

**KEANEKARAGAMAN DAN KERAPATAN CACING TANAH SEBAGAI
INDIKATOR KESEHATAN TANAH DI AGROFORESTRI**

(Studi kasus: KHDTK-UB Karangploso, Kabupaten Malang)

Oleh

ANGGI EKA PUTRI



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

**KEANEKARAGAMAN DAN KERAPATAN CACING TANAH SEBAGAI
INDIKATOR KESEHATAN TANAH DI AGROFORESTRY**

(Study kasus di KHDTK-UB Karangploso, Kabupaten Malang)

Oleh :

Anggi Eka Putri

145040201111194

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2018**



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri, yang dibimbing oleh dosen pembimbing skripsi. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan orang lain, kecuali yang jelas ditunjukkan rujukan dalam skripsi ini dan yang telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Anggi Eka Putri



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Keanekaragaman dan Kerapatan Cacing Tanah Sebagai Indikator Kesehatan Tanah Di Agroforestri. (Study kasus di KHDTK-UB Karang Ploso, Kabupaten Malang)

Nama Mahasiswa : Anggi Eka Putri

NIM : 145040201111194

Jurusan : Ilmu Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Prof.Ir.Kurniatun Hairiah, Ph.D

Rika Ratna Sari, SP.,MP

NIP. 19560410 198303 2 001

NIP. 2016098801302001

Diketahui,

Ketua Jurusan

Prof.Dr.Ir Zaenal Kusuma., SU

NIP. 195405011981031006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 195806031983032002

Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, PhD
NIP. 195604101983032001

Penguji III

Penguji IV

Rika Ratna Sari, SP., MP.
NIP. 2016098801302001

Syahrul Kurniawan, SP. MP. PhD.
NIP. 197910182005011002

Tanggal Lulus:



LEMBAR PERSEMBAHAN



**“JADILAH SEPERTI LAUTAN DALAM, HENING MENGANGUMKAN DAN DIA
SAMA SEKALI TIDAK PERLU MENJELASKAN BETAPA HEBAT DIRINYA”**

Dengan Menyebut Nama Allah SWT,

Kupersembahkan

Skripsi ini Kepada

“Ayah dan Ibu serta Adik Ku Tercinta”

RINGKASAN

ANGGI EKA PUTRI. 145040201111194. Keanekaragaman dan Kerapatan Cacing Tanah sebagai Indikator Kesehatan Tanah Di Agroforestri. (Studi Kasus KHDTK-UB Karang Ploso, Kabupaten Malang). Dibimbing oleh Kurniatun Hairiah dan Rika Ratna Sari.

Agroforestri atau Wanatani merupakan sistem pertanian berbasis pepohonan yang berpotensi besar untuk mengendalikan perubahan iklim. Hutan dengan tujuan khusus (KHDTK-UB) terletak di lereng bawah Gunung Ajuno, yang sebagian besar ditanami pohon penghasil timber dikombinasikan dengan tanaman kopi atau dengan tanaman semusim. Secara teknis pola tanam di KHDTK-UB *forest* mengikuti pola Agroforestri sederhana. Keanekaragaman vegetasi yang ditanam, diduga akan mampu mempertahankan keanekaragaman dan kerapatan populasi cacing yang bermanfaat dalam daur ulang hara dan pengemburan tanah.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2017, pengambilan contoh tanah dilakukan di Kawasan UB *Forest* yang secara administratif terletak di Desa Tawangargo, Donowarih, dan Desa Ngenep Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Penentuan plot dilakukan berdasarkan umur tanaman (pinus dan mahoni) ± 30 tahun. Ada 4 sistem penggunaan lahan (SPL), yaitu: (a) AF-pinus+kopi; (b) AF-pinus+semusim; (c) AF-Mahoni+kopi; (d) AF Mahoni+semusim) dan (e) 1 plot dengan jenis tanaman semusim sebagai kontrol. Pengukuran dilakukan 3x ulangan, sehingga total plot pengamatan yaitu 15. Luas lahan yang digunakan $20 \times 20 \text{ m}^2$. Pengambilan contoh cacing tanah dilakukan pada sub plot $40 \times 5 \text{ m}^2$ dengan menggunakan metode TSBF *Monolith*. Pengambilan contoh tanah dibagi menjadi tanah terganggu dan tidak terganggu pada kedalaman (1) 0-10 cm, (2) 10-20 cm, dan (3) 20-30 cm, pada tiap penggunaan lahan. Selanjutnya contoh tanah komposit dianalisis sifat kimia seperti C-organik, N-Total, dan pH. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu (utuh) dilakukan pada plot perwakilan dengan menggunakan blok besi ukuran $20 \times 20 \times 10 \text{ cm}$. Contoh tanah utuh digunakan untuk analisis sifat fisika seperti tekstur, berat isi, dan berat jenis tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada semua SPL memiliki rerata populasi cacing tanah sebesar 34 individu/m^2 dan biomassa cacing tanah sebesar $19,8 \text{ g/m}^2$. Di lokasi penelitian terdapat 5 jenis cacing tanah yang ditemukan yaitu *Metaphire sp*, *Amyntas sp*, *Pheretima sp*, *Pheretima sp* (2) dan *Pontoscolex corethrurus*. Tingkat keanekaragaman dan kekayaan cacing tanah pada lokasi penelitian tergolong rendah (Indeks $H' = 0,6$) dan (Indeks $R = 0,56$), namun demikian tingkat kemerataan cacing tanah tergolong tinggi (Indeks $E = 0,67$). Keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti LBD, biomassa seresah, kadar C-organik dan jenis tanah. Peningkatan makropori total di lokasi penelitian ini berhubungan positif biomassa cacing tanah. Namun demikian, pemahaman akan hubungan peningkatan pori total tanah dengan faktor lingkungan lainnya masih perlu dipelajari lebih lanjut.

SUMMARY

Anggi Eka Putri. 145040201111194. Earthworm diversity and density as an indicator of soil health in agroforestry system. (Case Study in education forest (KHDTK-UB) Karang Ploso, Malang Regency). Supervised by Kurniatun Hairiah and Rika Ratna Sari.

Agroforestry is a tree based agricultural land use system which potentially contribute to adapt and mitigate to climate change. Education forest (KHDTK-UB) is located in the hillslopes of Arjuno Mountain, which is majority planted by timber combine with coffee or annual crops in simple agroforestry system. The diversity of the system was expected to maintain the diversity and density of earthworm that benefits in nutrient recycling and prevent soil compaction.

The research was carried out in August to December 2017. Soil sample were collected in the area of UB Forest which is administratively located in Tawangargo village, Donowarih, as well as Ngenep village, Sub-district of Karangploso, Malang District. Plots were selected based on age of tree (pine and mahogany) approximately 30 years. There are four (4) land use systems (LUS) selected, namely: (a) AF-pine+coffee; (b) AF-pine+crops; (c) AF-Mahogany+coffee; (d) AF Mahogany+crops and (e) crops as plot control. The total of plot observation were 15 plots. The sample of earthworm were collected in subplot size of 40 x 5 m² using TSBF Monolith method. Soil sample were collected in two ways, disturbed and undisturbed soil sample in three different depths of 0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm every land use systems. Composite soil sample were analyzed in each depth for its chemical properties such as C-organic, total N, and pH. Undisturbed soil sampling were collected using iron block with size of 20 x 20 x 10 cm and analyzed for several physical properties such as texture, bulk density, and particle density.

The results showed that there was no significant difference of earthworm population among land use systems. The average of earthworm population and biomass were 34 individu/m² and 19,8 g/individu respectively. We found five (5) species of earthworms namely *Metaphire sp*, *Amyntas sp*, *Pheretima sp*, *Pheretima sp* (2) dan *Pontoscolex corethrurus*. The level of diversity and richness index classified as low level (H index=0.6) and R index = 0,56, whereas the level of evenness index classified as high (E index=0.67). The diversity and density of earthworms were influenced by several factors such as basal area, litter, C-organic content, and soil type. The increase of total macropore was positively associated to earthworm biomass. However, the relationship of total macropore with other environmental factors need to be studied further.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi **“Keanekaragaman dan Kerapatan Cacing Tanah sebagai Indikator Kesehatan Tanah di Lahan Agroforestri (Studi kasus di KHDTK-UB Karangploso, Kabupaten Malang)”**.

Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan S1 bagi mahasiswa Fakultas Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Ilmu Tanah.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya proposal skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan doa dari berbagai pihak, oleh karena-Nya, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayat dan taufiknya.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan motivasi dan doa dari awal penelitian hingga skripsi.
3. Ibu Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan ide, bimbingan dan masukan selama penyusunan hingga penyelesaian skripsi
4. Ibu Rika Ratna Sari, SP.,MP selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Bapak Danny Dwi Saputra SP.,MPyang telah memberikan bimbingan dan masukan selama penelitian dan penyusunan skripsi.
6. BPOPTN Fakultas Pertanian yang dihibahkan kepada Ibu Prof.Ir. Kurniatun Hairiah dan Bapak Danny Dwi Saputra SP.,MP sehingga bisa mendanai kegiatan penelitian ini.
7. Bapak Syahrul Kurniawan SP.MP.Ph.D selaku majelis penguji yang telah memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi.
8. Ibu Dr.Ir.Retno Suntari. MS selaku majelis penguji yang telah memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi.

9. Bapak Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
10. Seluruh staff dan karyawan UB Forest yang telah membantu kelancaran pengambilan data di lapangan.
11. Tim penjelajah UB Forest (Elok, Maria, Mas Yoga, Mbak Elmi, Mbak Ida, dan Mas Fazri) yang selalu memberikan semangat dan membantu penulis selama dalam menyelesaikan penelitian.
12. Sahabat penulis sejak semester satu yaitu “Lima Sekawan” (Devita, Luluk, Wahyu, Pibul dan Limeh) yang memberikan semangat, dukungan untuk memotivasi penulis serta selalu menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi.
13. Sahabat penulis “Tim Ciliwung” (Ezra, Wildan dan Abror) yang selalu memberikan semangat dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
14. Keluarga Forkano yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan penyusunan laporan akhir penelitian ini.
15. Keluarga MSDL 2014 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
16. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini di susun dengan sebaik-baiknya, namun masih terdapat kekurangan didalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat dibutuhkan oleh penulis. Tidak lupa pula harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu bagi kita semua.

Malang, Juli 2018

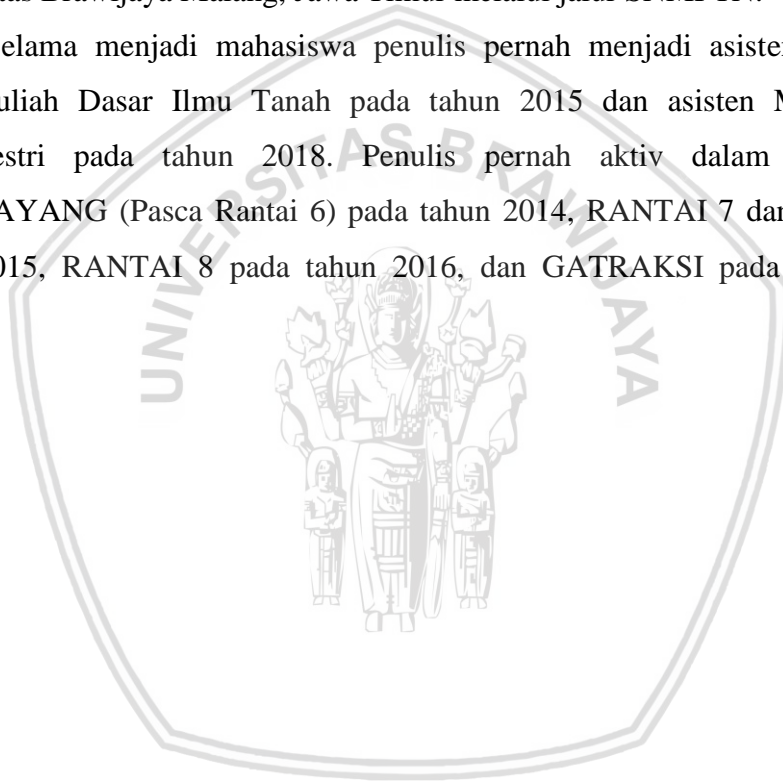
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 12 Januari 1996 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Amin dan Ibu Anna Wahyuningsih.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kebonsari II Malang pada tahun 2004 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 9 Malang pada tahun 2009 dan selesai pada tahun 2011. Pada tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis studi di SMKN 2 Malang. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Ilmu Tanah pada tahun 2015 dan asisten Mata Kuliah Agroforestri pada tahun 2018. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan PARALAYANG (Pasca Rantai 6) pada tahun 2014, RANTAI 7 dan AVG pada tahun 2015, RANTAI 8 pada tahun 2016, dan GATRAKSI pada tahun 2017



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Hipotesis	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Alur Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kesehatan Tanah	6
2.2. Cacing Tanah	7
2.3. Peran Keanekaragaman tanaman dalam mempertahankan keanekaragaman cacing tanah dalam sistem agroforestry	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1. Tempat dan Waktu pelaksanaan penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Rancangan Penelitian	17
3.4. Variabel Pengamatan	19
3.5. Pelaksanaan Penelitian	19
3.6. Analisis Data	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil	30
4.2. Pembahasan Umum	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Variabel Pengamatan.....	19
2.	Penciri Cacing Tanah.....	22
3.	Karakterisasi sistem penggunaan lahan di lokasi penelitian.....	31
4.	Sebaran diameter pohon.....	32
5.	Produksi Biomassa seresah.....	34
6.	Karakteristik Lahan.....	37
7.	Jenis cacing dari setiap penggunaan lahan di lokasi penelitian.....	38
8.	Indeks Nilai Penting (INP) jenis cacing tanah dari setiap penggunaan lahan di lokasi.....	43
9.	Hubungan antara struktur lahan dan jasa lingkungan pada sistem penggunaan lahan agroforestri dan semusim.....	47



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Alur pikir.....	5
2.	Morfologi Cacing Tanah.....	8
3.	Denah lokasi penelitian di KHDTK-UB.....	14
4.	Sebaran macam lahan Agroforestri dan hutan lindung dalam KHDTK-UB.....	15
5.	Sebaran lahan Agroforestri berbagai umur pohon dan hutan lindung dalam KHDTK-UB.....	15
6.	Sistem agroforestri tergolong sederhana.....	16
7.	Tanaman bawah dalam Agroforestri.....	17
8.	Lokasi pengamatan.....	18
9.	Skema plot pengamatan dan titik pengambilan contoh cacing tanah.....	19
10.	Sketsa Pengambilan Contoh Cacing Tanah.....	21
11.	Segitiga Tekstur (USDA) untuk penetapan kelas tekstur.....	26
12.	Petak Pengambilan Contoh Seresah.....	29
13.	Persentase tutupan kanopi pada berbagai penggunaan lahan di lokasi penelitian.....	33
14.	Biomassa understorey pada berbagai penggunaan lahan di lokasi penelitian.....	34
15.	Jenis cacing tanah yang di temukan di KHDTK UB.....	39
16.	Indeks Keanekaragaman Jenis tiap penggunaan lahan.....	40
17.	Indeks Kekayaan Jenis tiap penggunaan lahan.....	41
18.	Indeks Kemerataan Jenistiap penggunaan lahan.....	41
19.	Sebaran Indeks Nilai Penting (INP) spesies cacing tanah.....	44
20.	Populasi cacing tanah tiap penggunaan.....	44
21.	Biomassa tiap penggunaan lahan.....	45
22.	(a). Nisbah biomassa : populasi (B : P) pada tiap lahan agroforeatri (b) Nisbah biomassa : populasi (B : P) pada tiap kedalaman.....	46
23.	Persentase porositas total tanah pada berbagai penggunaan lahan..	53
24.	Hasil Analisis biplot.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Prosedur analisis tanah.....	61
2.	Geoposisi Plot Pengamatan.....	63
3.	Hasil analisis kerapatan populasi cacing tanah.....	64
4.	Hasil analisis keragaman indeks keanekaragaman cacing tanah..	65
5.	Hasil analisis keragaman sifat fisik tanah.....	65
6.	Hasil analisis keragaman sifat kimia tanah.....	67
7.	Hasil analisis keragaman variabel vegetasi.....	69
8.	Morfologi tubuh cacing tanah (karakteristik eksternal).....	71



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masyarakat tani yang tinggal di daerah tropis menderita kerugian besar akibat perubahan iklim, banyak tanaman mengalami gagal panen sehingga akan menurunkan ketersediaan pangan yang dapat mengancam stabilitas pembangunan sosial dan ekonomi di tingkat nasional (Hosang, 2012). Perubahan iklim berdampak langsung terhadap ketersediaan air dan unsur hara didalam tanah, sehingga berpengaruh terhadap produktivitas lahan pertanian (Heady & Dillon, 2002) dan kualitas lingkungan. Kualitas lingkungan dapat digunakan untuk menilai dan menjelaskan suatu kondisi lingkungan (Albetawi, 2013).

Agroforestri atau Wanatani merupakan sistem pertanian berbasis pepohonan, yang berpotensi mengendalikan perubahan iklim. Agroforestri merupakan suatu sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan antara pepohonan dengan tanaman semusim atau tanaman obat atau ternak dalam satu lahan yang di lakukan secara bersamaan maupun berurutan. Agroforestri berperan dalam mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk melalui kerapatan kanopi sehingga dapat menjaga kelembaban tanah, meningkatkan kesuburan tanah melalui ketersediaan unsur hara, mencegah terjadinya erosi dan limpasan permukaan melalui masukan seresah melalui guguran daun, ranting, cabang dan buah dari berbagai macam tegakan tanaman, mencegah terjadinya longsor, mempertahankan porositas tanah melalui sebaran perakaran yang dalam dan rapat sehingga mampu meningkatkan laju infiltrasi, dan meningkatkan keanekaragaman biota tanah (Suprayogo *et al.*, 2002; Widiyanto 2007; Van Noordwijk *et al.*, 2014).

Pada tahun 2016, Universitas Brawijaya mendapatkan hibah Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan seluas 554,74 Ha yang terletak di lereng bawah Gunung Arjuno selanjutnya disebut UB *Forest*. Hutan ini merupakan kawasan hutan yang ditetapkan untuk keperluan penelitian dan pengembangan, pendidikan dan pelatihan serta kepentingan religi dan budaya setempat tanpa harus mengubah fungsi kawasan dimaksud (UU No. 41 tahun 1999). UB *Forest* sebelumnya dikelola oleh Perhutani bersama dengan masyarakat sekitar, sebagian besar lahan

ditanami tanaman pinus dan mahoni yang berumur sekitar 45 tahun, dibawah tegakantanaman utama di dimanfaatkan untuk penanaman tanaman yang dapat menambah penghasilan seperti tanaman kopi, jagung, sayuran, dan tanaman herbal (jahe), sehingga secara teknis pola tanam di KHDTK-UB *forest* mengikuti pola agroforestri sederhana.

Pada tingkat lahan, agroforestri berperan penting dalam menjaga kesehatan tanah melalui masukan bahan organik (BO) berupa daun gugur dan akar yang mati. Hairiah *et al.*, (2006) melaporkan hasil penelitiannya padaa groforestri kopi di Lampung Barat, bahwa produksi seresah gugur antara 6 – 10 Mg ha⁻¹th⁻¹. Tingginya masukan seresah akan berpengaruh terhadap ketersediaan bahan organik didalam tanah dan meningkatkan aktivitas cacing tanah. Liang-liang yang dihasilkan oleh aktivitas cacing tanah dapat meningkatkan makroporositas tanah dan meningkatkan infiltrasi tanah sehingga menjadikan tanah menjadi lembab dan ketersediaan air di dalam tanah terpenuhi (Teng *et al.*, 2013).

Cacing tanah dapat digunakan sebagai indikator dalam menilai kualitas tanah. Hal tersebut dikarena cacing tanah mampu berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui aktifitasnya sehingga dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Secara fisik, cacing tanah dapat memperbaiki aerasi tanah dan drainase tanah, sedangkan secara kimia cacing tanah melalui mekanisme pencernaan akan mengeluarkan kascing yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Singh *et al.*, 2016). Cacing tanah juga bisa di jadikan sebagai indikator perubahan penggunaan lahan. Cacing tanah merupakan hewan yang cukup sensitif terhadap perubahan penggunaan lahan. Perubahan pola penggunaan lahan secara langsung mempengaruhi komposisi dan struktur populasi cacing tanah (Teng *et al.*, 2013).

Dewi *et al.* (2006) melaporkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan pertanianakan menyebabkan beberapa spesies native *Metaphire javanica* yang berukuran besar hilang dari habitatnya dan digantikan oleh beberapa spesies eksotis seperti *Pontoscolex corethrurus* yang mungkin masuk selama kegiatan pertanian. Kecilnya ukuran tubuh cacing tanah pada agroforestri kopi diduga akan menyebabkan rendahnya tingkat porositas tanah. Darmawan (2004) melaporkan dalam penelitiannya bahwa tingkat kepadatan populasi cacing

tanah paling tinggi berada pada kondisi tanah dengan tutupan lahan yang rapat, sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam tanah rendah. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi iklim mikro seperti suhu tanah dan kelembaban tanah yang pada akhirnya akan berpengaruh pada habitat dan kehadiran cacing tanah. Sama halnya dengan kondisi keanekaragaman vegetasi yang tinggi di hutan alami, agroforestri dengan keanekaragaman vegetasi yang ditanam akan mampu mempertahankan keanekaragaman dan kerapatan populasi cacing tanah.

Berdasarkan uraian diatas, agroforestri mampu mempertahankan kesehatan tanah. Kesehatan tanah merupakan integrasi dan optimasi dari sifat tanah yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas lahan, kualitas tanah, tanaman, dan lingkungan (Gugino *et al.*, 2009). Guna memperbaiki manajemen lahan Agroforestri di wilayah KHDTK-UB agar manfaat/jasa lingkungan lahan dapat diperoleh secara optimal bagi masyarakat di sekelilingnya, maka perbaikan manajemen lahan dapat ditingkatkan. Untuk itu diperlukan beberapa informasi kondisi awal sebelum perbaikan lahan dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Perbaikan manajemen lahan di KHDTK UB perlu segera dilakukan untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman dan jasa lingkungan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di sekitarnya. Ketersediaan air tanah di wilayah tersebut sangat rendah, oleh karena itu peningkatan tutupan dan keanekaragaman tanaman yang ditanam perlu ditingkatkan, agar dapat memperbaiki keanekaragaman dan kerapatan populasi cacing tanah. Hal tersebut sangat bermanfaat untuk mempertahankan porositas dan infiltrasi tanah. Namun demikian, informasi keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah di wilayah KHDTK UB belum pernah dilakukan, oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan. Adapun pertanyaan penelitian yang diajukan:

1. Bagaimana tingkat keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah di berbagai macam sistem penggunaan lahan agroforestri di KHDTK UB?
2. Bagaimana kondisi cacing tanah tersebut bila dihubungkan dengan pembentukan makropori tanah?

1.3. Tujuan

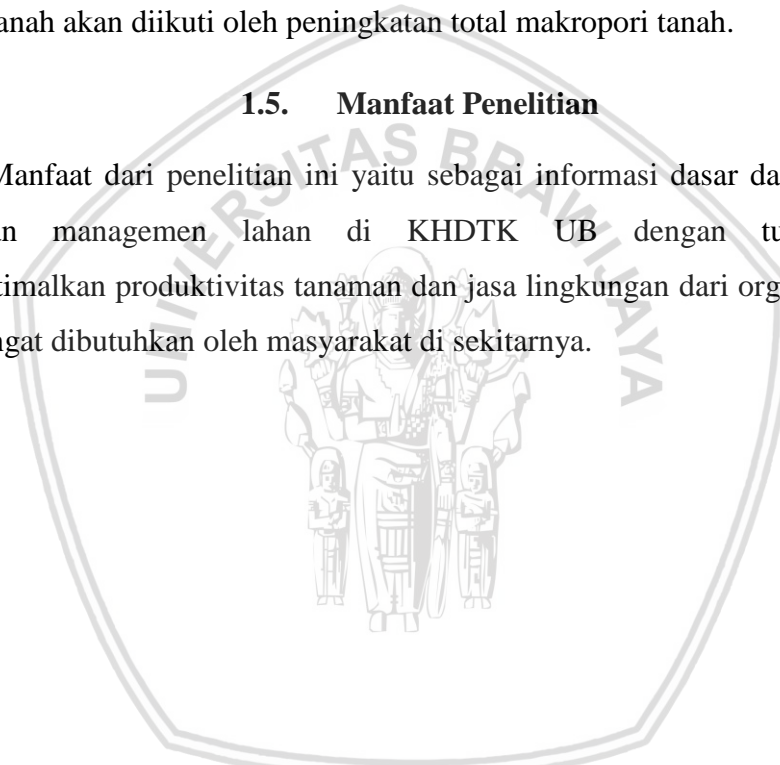
1. Mengevaluasi keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah pada berbagai macam sistem penggunaan lahan agroforestri.
2. Mempelajari hubungan antara cacing tanah dengan total makropori tanah.

1.4. Hipotesis

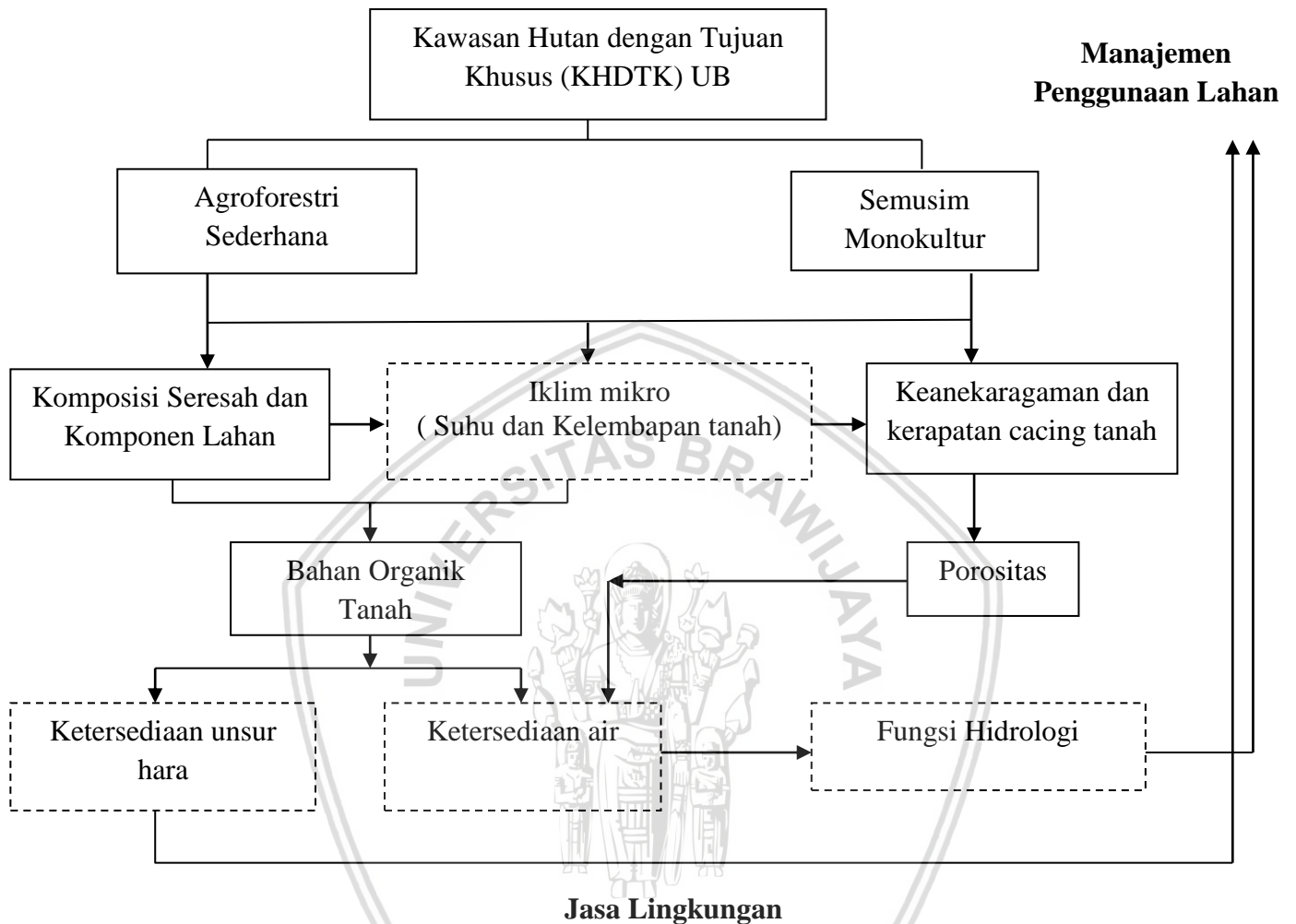
1. Tingkat kepadatan tutupan lahan yang tinggi dapat mempertahankan tingkat keanekaragaman dan kepadatan populasi cacing tanah.
2. Semakin tinggi keanekaragaman dan kepadatan populasi cacing dalam tanah akan diikuti oleh peningkatan total makropori tanah.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai informasi dasar dalam kegiatan perbaikan manajemen lahan di KHDTK UB dengan tujuan untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman dan jasa lingkungan dari organisme tanah yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat di sekitarnya.



1.6. Alur Pikir



Keterangan :

→ = Mempengaruhi

Gambar 1. Alur pikir yang digunakan untuk penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kesehatan Tanah

Kesehatan tanah merupakan salah satu faktor terpenting dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Tanah mempunyai fungsi utama sebagai media tumbuh dan berkembangnya tanaman. Kemampuan tanah sebagai media tumbuh akan dapat optimal apabila di dukung oleh kondisi fisika, kimia, dan biologi tanah yang baik sehingga dapat menunjukkan tingkat kesuburan tanah. Tingkat kesuburan tanah yang tinggi akan menunjukkan suatu kondisi tanah yang sehat. Kesehatan tanah adalah istilah yang sering digunakan petani untuk menggambarkan kondisi tanah yang berhubungan dengan tumbuh kembang tanaman. Kesehatan tanah menggambarkan kondisi tanah yang bersifat dinamis dan dapat terbarukan. Konsep kesehatan tanah mencakup antara interaksi input tanaman dan tanah dalam menciptakan lingkungan yang sehat (Laishramet *et al.*, 2012). Kesehatan tanah merupakan integrasi dan optimasi dari sifat tanah yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas lahan, kualitas tanah, tanaman, dan lingkungan (Gugino *et al.*, 2009). Tanah sehat di cirikan dengan tanah yang mudah diolah, ketersediaan unsur hara yang cukup, populasi hama dan penyakit kecil, drainase sangat baik, populasi organisme tanah yang menguntungkan banyak, pertumbuhan gulma rendah, serta terbebas dari bahan kimia dan racun, untuk mewujudkan suatu tanah yang sehat di butuhkan interaksi dari sifat-sifat tanah diantaranya :

a. Sifat fisik

Kondisi sifat fisik tanah seperti ketersediaan air, aerasi tanah, dan pemadatan tanah sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Misalnya ketika kondisi aerasi tanah buruk, ketersediaan air kurang dan terjadi pemadatan tanah maka pertumbuhan tanaman akan terganggu (Wright & Upadhyaya, 1998).

b. Sifat kimia

Tingkat ketersediaan nutrisi di dalam tanah, kandungan pH serta kandungan garam, dll merupakan faktor penentu dalam kesehatan tanah. Kondisi tersebut akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

c. Sifat biologi

Bahan organik merupakan komponen penting dalam mendukung terwujudnya tanah sehat. Bahan organik terdiri dari organisme, seresah, ranting, akar, dan makhluk hidup lainnya yang telah mengalami pendekomposisi (Magdoff, 1996). Tanah sehat dapat dicirikan dengan tingginya populasi organisme didalam tanah. Tingginya populasi organisme di dalam tanah menandakan tersedianya makanan bagi organisme tersebut. Tingginya kandungan bahan organik didalam tanah selain mampu meningkatkan keberadaan organisme tanah juga mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara didalam tanah.

2.2. Cacing Tanah

2.2.1. Klasifikasi Cacing tanah

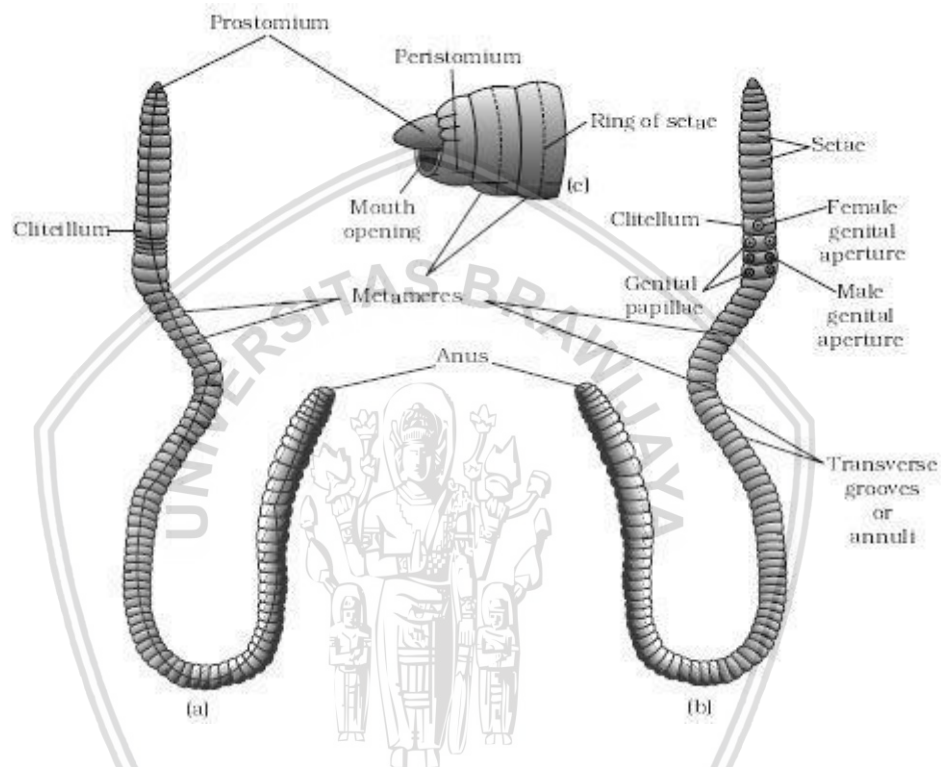
Kesuburan tanah bergantung pada tingkat keanekaragaman hayati dan organisme di dalam tanah. Cacing tanah merupakan salah satu organisme tanah yang berperan penting dalam setiap proses yang terdapat di dalam tanah. Cacing tanah termasuk dalam filum *Annelida*, Ordo *Oligochaeta*, dan kelas *Clitellata* (Singh *et al.*, 2016). Berdasarkan ukuran tubuhnya cacing tanah di bedakan atas Megadrili dan Mikrodrili. Megadrili merupakan kelompok cacing tanah yang berukuran besar sedangkan Mikrodrili merupakan cacing tanah yang berukuran kecil (panjang tubuh 5 -15 mm dan diameter tubuh 0,25-0,75 mm) yang secara taxonomy masuk kedalam famili *Enchytraeidae* (Lee, 1985).

Menurut Gates (1959), cacing tanah digolongkan kedalam 12 kelas *family* diantaranya, *Family Moniligastridae*, *Family Megascolecidae*, *Family Ocnerodrilidae*, *Family Acanthodrilidae*, *Family Octochaetidae*, *Family Eudrilidae*, *Family Glossoscolecidae*, *Family Sparganophilidae*, *Family Microchaetidae*, *Family Hormogastridae*, *Family Criodrilidae*, dan *Family Lumbricidae*.

2.2.2. Morfologi Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan hewan invertebrata (tidak bertulang belakang), memiliki kutikula yang berwarna transparan. Cacing tanah termasuk hewan invertebrata hermaphrodit (memiliki dua alat kelamin dalam satu tubuh). Secara

umum tubuh cacing tanah tersusun atas segmen-segemen yang berbentuk cincin (cheta). Tubuh cacing tanah dibedakan atas dua bagian yaitu anterior dan posterior. Pada bagian anterior terdapat mulut (prostomium) dan beberapa segmen yang agak membengkak sehingga membentuk klitellum. Didalam tubuh cacing tanah terdapat tempat pengeluaran kasing (kotoran cacing tanah) yang disebut nephridia (Edwards & Lofty, 1977).



Gambar 2. Morfologi Cacing Tanah

2.2.3. Ekologi Cacing Tanah

Cacing merupakan salah satu organisme penting yang terdapat di dalam tanah. Cacing tanah memiliki jenis spesies yang beragam, setiap spesies cacing tanah memiliki jenis makanan dan pola hidup yang berbeda. Oleh karena itu jenis cacing menunjukkan perbedaan fungsi ekologi. Secara ekologi cacing tanah terbagi kedalam 3 kelompok yaitu epigeik, endogeik, dan anesik.

a. Epigeik

Tipe epigeik merupakan cacing tanah yang biasa di temukan di permukaan tanah. Cacing tipe epigeik berperan dalam penghancuran seresah dan transformasi bahan organik, namun tidak aktif dalam penyebaran seresah. Ciri lain dari cacing tanah epigeik yaitu tidak

meninggalkan lubang di dalam tanah dan meninggalkan kascing. Cacing tipe epigeik memiliki ukuran tubuh kecil (5 – 15 cm) dan berwarna cerah. (Senge, 2015).

b. Endogeik

Tipe endogeik merupakan tipe cacing tanah yang memiliki peran dalam mencampur seresah pada bagian atas dengan tanah yang berada di lapisan bawah. Kegiatan pencampuran tersebut akan meninggalkan liang didalam tanah. Adanya liang didalam tanah akan menambah jumlah pori makro sehingga meningkatkan porositas didalam tanah. Cacing tipe endogeik juga membuang kotorannya (kascing) didalam tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Kotoran cacing tanah kaya akan karbon dan unsur hara jika di bandingkan dengan tanah di sekitarnya (Hairiah *et al.*, 2004). Cacing tipe endogeik memiliki ukuran tubuh sekitar 5 – 10 cm dan biasanya tidak berpigmen (Senge, 2015).

c. Anesik

Tipe anesik merupakan cacing tanah yang berperan dalam memindahkan seresah dari lapisan seresah ke tempat lain. Aktivitas cacing tanah dalam membawa seresah dari permukaan menuju bawah permukaan akan membentuk liang atau celah yang memungkinkan bahan organik masuk dan tersebar kedalam tanah. Cacing tipe anesik secara tidak langsung mempengaruhi sifat fisik tanah antara lain struktur dan konduktifitas hidrolik. Cacing tanah anesik memiliki ukuran tubuh yang besar (15 – 20 cm) dan berwarna pada bagian dorsal (Senge, 2015).

2.2.4. Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Cacing Tanah

Aktivitas cacing tanah dalam suatu ekosistem di pengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya iklim, sifat fisik dan kimia tanah (temperatur, kelembapan, kadar air tanah, pH dan kandungan bahan organik tanah), unsur hara dan biota (vegetasi dasar dan fauna lainnya) serta penggunaan lahan (Buckamn & Brady, 1982). Dalam beberapa literatur keberadaan cacing tanah di pengaruhi oleh beberapa faktor di bawah ini :

a. Kelembapan

Tubuh cacing tanah sebagian besar didominasi oleh air. Hampir 75-90% tubuh cacing tanah tersusun oleh air. Oleh karena itu cacing tanah lebih menyukai tempat yang lembab untuk bertahan hidup. Pada umumnya cacing tanah mampu tumbuh dan berkembang pada kelembapan 60-70%. Apabila kelembapan yang terlalu rendah atau tinggi akan menyebabkan kematian bagi cacing tanah (Chauhan, 2014).

b. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, metabolisme, kegiatan, reproduksi dan respirasi cacing tanah. Setiap jenis cacing memiliki batas toleransi sendiri terhadap suhu. Pada kondisi malam suhu tidak melebihi 10°C. Suhu tersebut paling cocok untuk cacing tanah beraktivitas (Chauhan, 2014). Menurut Wallwork (1970) Dalam hidupnya cacing tanah memiliki kisaran suhu yang optimum untuk bertahan hidup. Misalnya *C.L. Tereestris* memiliki kisaran suhu optimum $\pm 10^{\circ}\text{C}$ dan *L.rubellus* yang memiliki kisaran suhu optimum berada pada rentang 15 – 18°C. Pada malam hari suhu yang optimum untuk aktivitas cacing berada pada suhu 10,5°C.

c. pH

Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah yang sensitif terhadap pH tanah. Cacing tanah lebih suka pada pH yang netral (pH 5,00 – 8,00) (Edwards & Bohlen, 1996). Ulrich (2005) melaporkan bahwa pada pH dibawah 5,00 akan terjadi penurunan spesies cacing tanah, Rivero (1991) menyatakan bahwa cacing tanah lebih suka pada pH 7,00 – 8,00.

d. C-Organik

Bahan organik merupakan sumber makanan utama bagi cacing tanah. Banyak penelitian yang menunjukkan hubungan korelasi positif antara bahan organik dengan cacing tanah. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa adanya bahan organik akan diikuti dengan peningkatan kelimpahan cacing tanah (Chauhan, 2014). Menurut Hanfiah (2005) menyatakan bahwa kualitas komponen bahan organik (C/N) akan mempengaruhi jumlah populasi. Hal

tersebut berkaitan dengan sumber nutrisi bagi cacing tanah sehingga apabila tanah memiliki kandungan bahan organik yang rendah maka populasi cacing tanah juga rendah dikarenakan cacing tanah sulit untuk mendapatkan sumber nutrisinya.

e. Jenis tanah

Menurut Suin (2003) jenis tanah pada suatu lokasi sangat berpengaruh pada keberadaan cacing tanah. Kerapatan tanah atau tekstur tanah dapat mempengaruhi cacing tanah pertumbuhan dan aktivitas cacing tanah. Nordstrom & Rundgren (1974) melaporkan dalam penelitiannya bahwa kelimpahan *Aporrectodea rosea* di tanah aluvial disebabkan oleh tekstur lempung.

2.2.5. Peran Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan salah satu organisme yang terpenting dalam ekosistem. Cacing tanah mampu meningkatkan porositas melalui aktivitasnya. Aktivitas cacing tanah dalam mencari makanan atau meletakkan kasing akan meninggalkan jejak berupa liang didalam tanah, liang tersebut akan menambah jumlah pori makro didalam tanah. Peningkatan jumlah pori makro akan berpengaruh terhadap tingkat porositas tanah. Tanah dengan porositas yang tinggi akan mengurangi laju erosi dan meningkatkan laju perlokasi dikarenakan daya infiltrasi tanah menjadi baik sehingga jumlah air yang terserap kedalam tanah akan lebih banyak dari pada jumlah air yang mengalir diatas permukaan tanah. Adanya cacing tanah secara tidak langsung mampu memperbaiki sifat fisik tanah (Curry, 2004).

Cacing tanah mampu meningkatkan laju dekomposisi seresah, dinamika bahan organik, dan siklus nutrisi. Cacing tanah juga terlibat dalam proses pemulihan ekosistem melalui mekanisme langsung maupun tidak langsung, terutama dalam situasi tanah yang terdegradasi. Cacing tanah memiliki peran penting dalam siklus unsur hara. Cacing tanah mampu menjaga kesehatan tanah melalui peningkatan bahan organik, aktivitas mikroba, dan berkontribusi dalam menyediakan unsur hara (Senge, 2015).

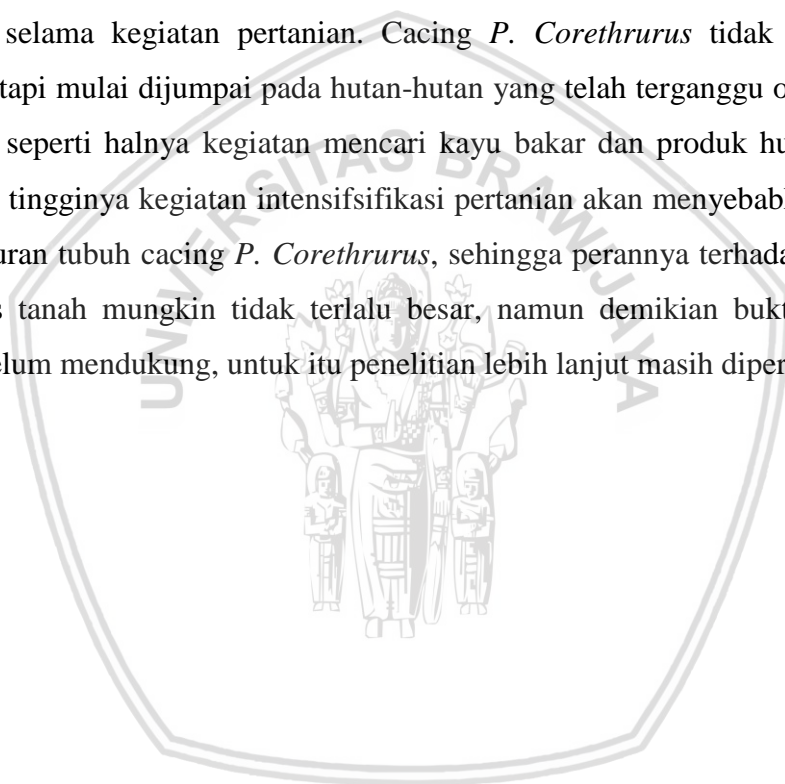
2.3. Peran Keanekaragaman tanaman dalam mempertahankan keanekaragaman cacing tanah dalam sistem agroforestry

Agroforestri merupakan bentuk pengelolaan lahan dengan mengelolah biodiversitas pohon secara bersama-sama dengan biodiversitas tanaman pertanian atau tanaman ternak dalam sistem yang berkelanjutan secara ekologi, sosial maupun ekonomi (Hairiah *et al.*, 2003). Pengelolaan biodiversitas tanaman memiliki peran penting dalam penyediaan ‘*infrastructure*’ dasar dalam rantai makanan (*food web*) organisme tanah, melalui 3 aspek yaitu: (a) Masukan bahan organik dari seresah yang jatuh ke permukaan tanah, baik ditinjau dari kuantitas, kualitas dan waktu penyediaannya, (b) Kondisi iklim mikro pada permukaan tanah dan ketersediaan air tanah, (c) Aktivitas akar yang dapat mengubah lingkungan rhizosphere melalui, respirasi akar, eksudasi asam-asam organik dan adanya sel-sel akar yang mati. Adanya diversitas tanaman yang tinggi, maka *supply* substrat bagi sistem dalam tanah akan terjadi terus menerus. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap komunitas organisme dalam tanah seperti cacing tanah mampu memberikan beberapa ‘pelayanan lingkungan’ (*environmental services*) yang juga menguntungkan bagi kehidupan tanaman (Barrios *et al.*, 2012). Pelayanan lingkungan yang menguntungkan dari organisme tanah antara lain melalui (a) perbaikan penyediaan hara, (b) peningkatan efisiensi serapan hara, (c) perbaikan kondisi fisik tanah, (d) pencegahan hama dan penyakit tanaman. Diantara banyak organisme yang ditemukan di dalam tanah, cacing tanah merupakan komponen yang paling penting dalam proses pembentukan tanah, pemeliharaan struktur dan kesuburan tanah (Curry, 2004).

Darmawan (2014) melaporkan dalam penelitiannya bahwa tingkat kepadatan populasi cacing tanah paling tinggi berada pada kondisi tanah dengan tutupan lahan yang rapat sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam tanah rendah. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi iklim mikro seperti suhu tanah dan kelembapan tanah yang pada akhirnya akan berpengaruh pada habitat dan kehadiran cacing tanah. Berbagai penelitian melaporkan bahwa degradasi hutan alam mempengaruhi jumlah cacing tanah dan distribusinya. Distribusi cacing tanah biasanya heterogendan jumlahnya berfluktuasi sesuai dengan faktor abiotik dari tanah. Faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, pH dan tekstur tanah juga mempengaruhi distribusi cacing tanah. Pada berbagai

macam jenis penggunaan lahan, tanah merupakan salah satu faktor yang paling mempengaruhi distribusi cacing tanah. Perubahan pola penggunaan lahan secara langsung akan mempengaruhi komposisi dan struktur populasi cacing tanah (Singh *et al.*, 2016).

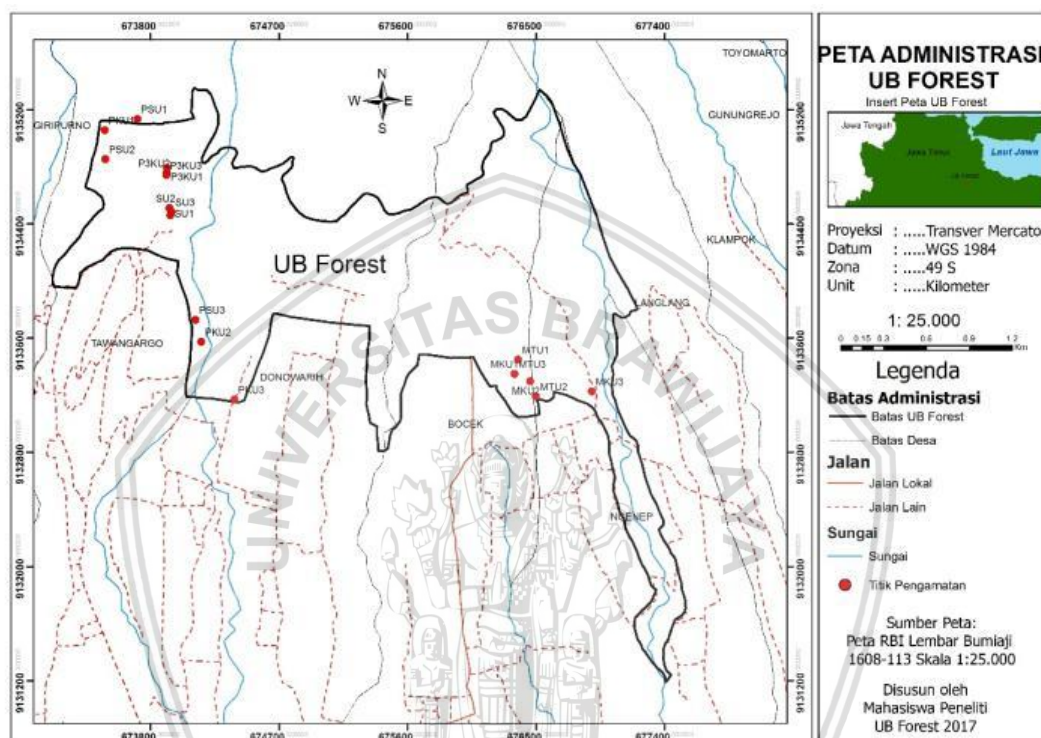
Dewi *et al.*, (2006) melaporkan hasil penelitiannya di Lampung Barat bahwa masukan seresah pada lahan pertanian pada umumnya lebih rendah dari pada di hutan, namun jumlah spesies cacing tanah yang ditemukan lebih banyak. Biodiversitas cacing di lahan agroforestri kopi meningkat, dikarenakan adanya beberapa spesies eksotis seperti *Pontoscolex corethrurus* yang mungkin masuk terbawa selama kegiatan pertanian. Cacing *P. Corethrurus* tidak dijumpai di hutan, tetapi mulai dijumpai pada hutan-hutan yang telah terganggu oleh kegiatan manusia seperti halnya kegiatan mencari kayu bakar dan produk hutan lainnya. Semakin tingginya kegiatan intensifikasi pertanian akan menyebabkan semakin kecil ukuran tubuh cacing *P. Corethrurus*, sehingga perannya terhadap perbaikan porositas tanah mungkin tidak terlalu besar, namun demikian bukti kuantitatif masih belum mendukung, untuk itu penelitian lebih lanjut masih diperlukan.



III. METODE PENELITIAN

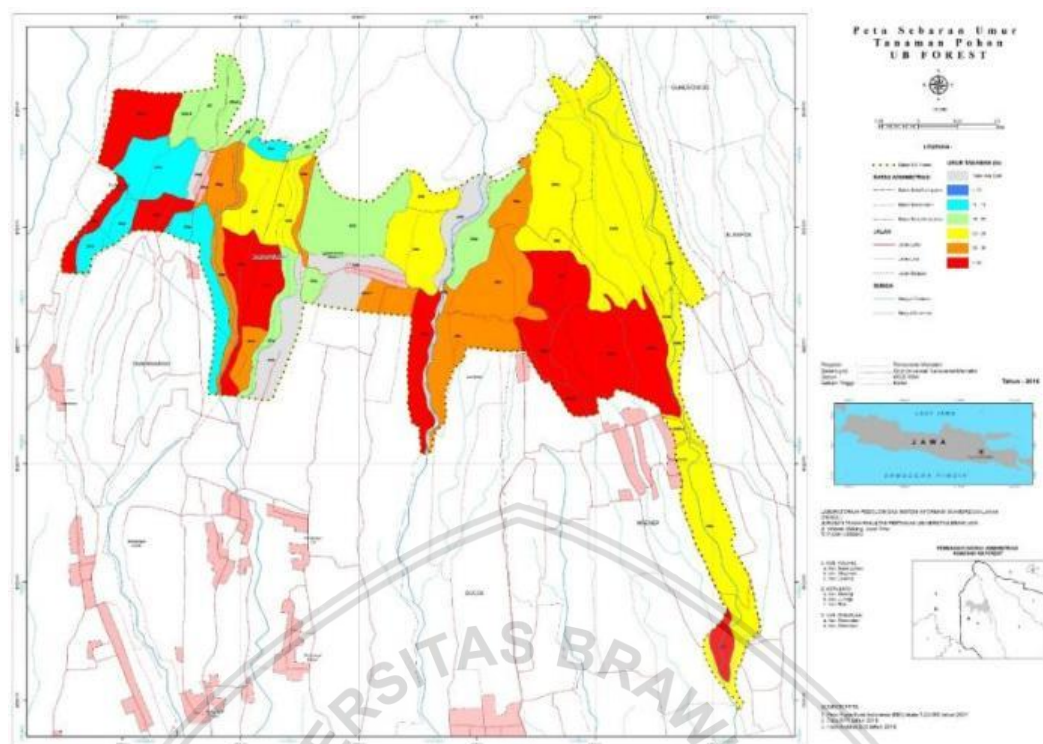
3.1. Tempat dan Waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian dilaksanakan di berbagai sistem penggunaan lahan di KHDTK-UB (UB Forest) di kaki gunung Welirang, Kecamatan Karang Ploso (Gambar 3), Malang pada bulan Agustus-Desember 2017 (5 bulan).

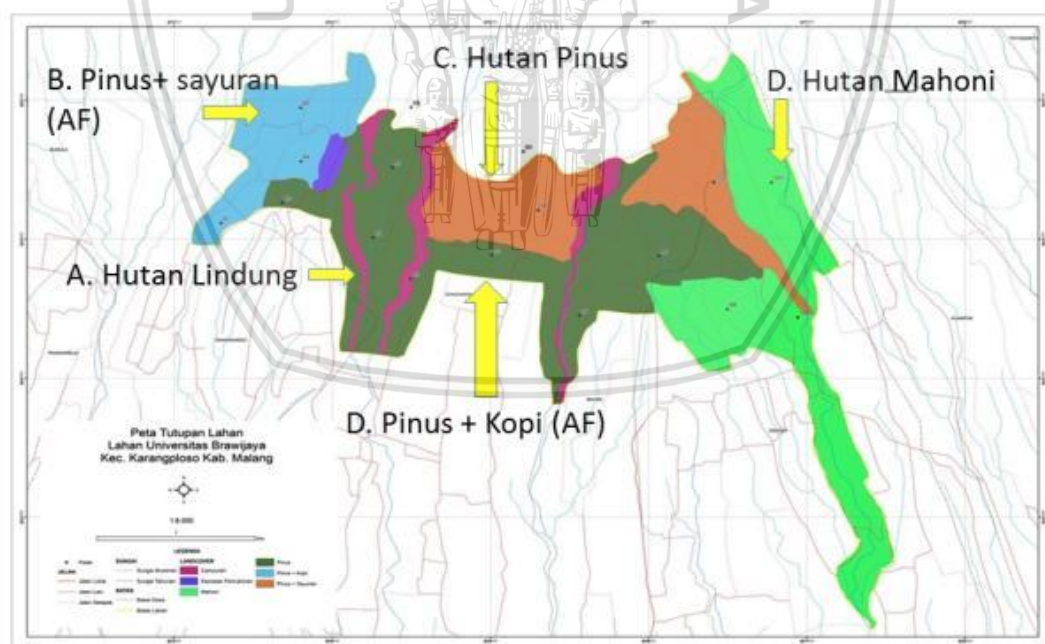


Gambar 3. Denah lokasi penelitian di KHDTK-UB

Kondisi KHDTK-UB Lahan KHDTK-UB seluas 544,74 Ha terletak di kawasan pengunungan Vulkanik tua di lereng bawah gunung Arjuno-Welirang, memiliki relief berombak dengan tingkat kelerengan yang beragam mulai dari kelas miring hingga sangat curam dengan kelerengan 15% hingga > 60%. Status Lahan KHDTK-UB adalah hutan produksi yang dikelola oleh PERHUTANI dengan tegakan utama adalah pinus dan mahoni dengan tanaman tegakan bawah kopi, sayuran, jagung, cabai, tanaman obat-obatan serta berbagai jenis tanaman pakan (rumput-rumputan, *Tithonia* (paitan) dan *Chromolaena* (krinyu) dan vegetasi liar lainnya). Sebaran lahan hutan produksi di dalam KHDTK UB disajikan dalam (Gambar 4), dengan berbagai umur pohon (Gambar 5).



Gambar 4. Sebaran macam lahan Agroforestri dan hutan lindung dalam KHDTK-UB (Sumber : Sudarto, 2016).



Gambar 5. Sebaran lahan Agroforestri berbagai umur pohon dan hutan lindung dalam KHDTK-UB (Sumber : Sudarto, 2016)

3.1.2 Kondisi Lahan

Praktek Agroforestri yang ada *UBForest* adalah tumpang sari yang terdiri dari 2-3 strata. Strata 1 adalah tegakan pohon penghasil kayu Pinus, mahoni; Strata 2 adalah pohon kopi, pisang, papaya dan sedikit cacao; dan strata 3 umumnya adalah sayuran, tanaman pangan atau dibiarkan tumbuh rumput-rumputan untuk pakan ternak (Gambar 6 dan 7).



Gambar 6. Sistem agroforestri tergolong sederhana: (A) Tumpang sari Pinus + kopi, (B) Pinus+kopi dan kegiatan penambahan pupuk kandang kotoran ayam, (C) Pinus+kopi+pisang dan kubis(Sumber: Hairiah, 2017)



Gambar 7. Tanaman bawah dalam Agroforestri: (A) Pinus + paitan, (B) Pinus+sayuran dan penggunaan mulsa daun pisang, (C) Pinus+rumpun gajah, (D) Mahoni + kopi atau mahoni + talas. (Sumber: Hairiah, 2017)

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu GPS, pita meteran, nampan, cangkul, sekop, timbangan, ayakan 2 mm, frame 50 x 50 cm, bingkai 50 x 50 x 10 cm untuk pengambilan contoh cacing tanah. Penggaris, fial film, buku paduan identifikasi cacing tanah, dan blok besi untuk mengambil contoh tanah utuh.

Bahan yang digunakan untuk menentukan lokasi pengamatan digunakan yaitu peta tutupan lahan, peta sebaran umur pohon, formalin 5%, air bersih, KCl, $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , $FeSO_4$, H_3PO_4 , Difenilamina, Selen, NaOH 40%, Asam borak dan aquades.

3.3. Rancangan Penelitian

Pengamatan di lakukan di lahan agroforestri dengan melakukan metode *survey* di berbagai penggunaan lahan dan kedalaman tanah. Adapun sumber keragaman yang digunakan dalam rancangan ini yaitu :

Sumber keragaman (SK) 1: Jenis Penggunaan Lahan (SPL)

1. AF Mahoni + Kopi

2. AF Mahoni + Tan.Semusim
3. AF Pinus + Kopi
4. AF Pinus + Tan.Semusim
5. Tanaman Sayuran

Sumber keragaman (SK) 2: Kedalaman tanah, cm (DL)

1. 0-10 cm
2. 10-20 cm
3. 20-30 cm

Pengukuran diulang sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda. Jumlah contoh yang didapat = $5 \text{ (SPL)} \times 3 \text{ (DL)} \times 3 \text{ (UL)} = 45$ contoh tanah.



Gambar 8. Lokasi pengamatan, (a) Pinus+kopi (AFPK), (b) Mahoni+kopi (AFMK), (c) Pinus+semusim (AFPT), (d) Mahoni+semusim (AFMT), (e) Tanaman semusim (TS)

3.4. Variabel Pengamatan

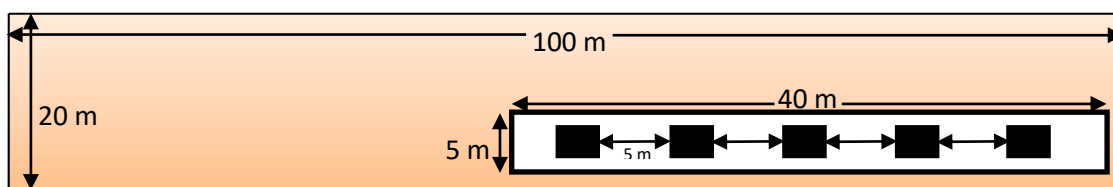
Tabel 1. Variabel Pengamatan

Aspek	Pengukuran	Metode
Vegetasi	Tutupan kanopi pohon	RaCSA
	Luas Bidang Dasar	RaCSA
	Ketebalan (cm)	RaCSA
	Biomassa seresah (Mg ha^{-1})	RaCSA
	Biomassa tumbuhan bawah	RaCSA
Cacing tanah	Jumlah populasi perkedalaman tanah (ekor/m^2)	TSBF Monolith
	Biomassa cacing tanah perkedalaman tanah (g/m^2)	TSBF Monolith
	Keanekaragaman cacing tanah	Identifikasi berdasarkan penciri eksternal
Tanah	Tekstur tanah	Metode pipet
	BI dan BJ	BI = Gravimetri BJ = Piknometer
	Porositas	% Total Pori : $\left(1 - \frac{BI}{BJ}\right) \times 100\%$
	pH tanah	pH meter
	C-organik	Metode Walkley and Black
	N-total	Metode Kjeldhal

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Penentuan Plot Pengambilan Contoh

Pengukuran plot dilakukan dalam petak perwakilan di setiap penggunaan lahan dengan ukuran 20 m x 100 m (Gambar 10). Pengukuran cacing tanah dilakukan pada sub plot pada 5 titik dengan jarak antar titik 5 meter.



Keterangan :



= Plot



= Titik Pengamatan



= Sub plot

Gambar 9. Skema plot pengamatan dan titik pengambilan contoh cacing tanah

3.5.2. Pengambilan contoh tanah

Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode tanah terganggu (untuk analisis karakteristik kimia tanah) dan tanah utuh (untuk penetapan berat isi (BI) dan berat jenis tanah (BJ)).

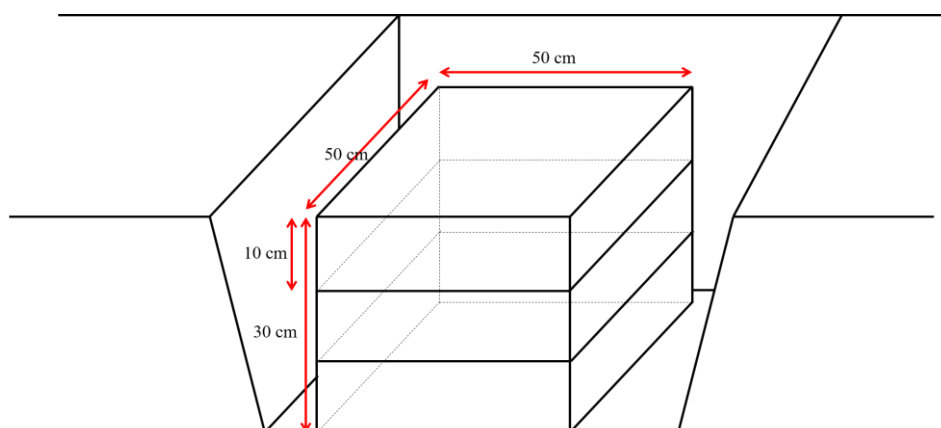
- a. Pengambilan contoh tanah terganggu dilakukan pada sub-plot pengamatan contoh seresah dan tumbuhan bawah. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Contoh tanah dari titik-titik pengamatan tersebut kemudian dicampur rata pada setiap kedalaman untuk selanjutnya di analisis total C-organik, pH tanah dan Total N.
- b. Pengambilan contoh tanah utuh dilakukan dengan menggunakan blok besi yang berukuran 20 x 20 x 10 cm pada tiap plot perwakilan. Contoh tanah diambil pada kedalaman (0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm). Selanjutnya contoh tanah ditimbang berat basahanya dan diambil contoh tanahnya untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah contoh di kering oven kemudian contoh ditimbang berat keringnya, sehingga bisa dihitung berat isi (BI), berat jenis (BJ), Tekstur dan porositas.

3.5.3. Pengukuran Variabel

3.5.3.1 Cacing Tanah

1. Teknik Pengambilan Contoh

Contoh cacing tanah akan diambil pada sub plot berukuran 40 x 5 m. Pengambilan contoh cacing tanah dilakukan pada 5 titik dengan menggunakan bingkai 50 x 50 x 10 cm pada 3 kedalaman diantaranya, kedalaman 0-10 cm, 10-20cm, 20-30 cm. Pengambilan contoh cacing tanah dilakukan dengan metode *hand sorting* yaitu pengambilan cacing tanah dilakukan dengan menggunakan tangan, selanjutnya cacing tanah dibersihkan dan dihitung jumlah dan beratnya. Kemudian cacing dimasukkan ke dalam botol yang berisi cairan formalin 5% untuk diawetkan dan kemudian dilakukan identifikasi.



Gambar 10. Sketsa Pengambilan Contoh Cacing Tanah











2. Penetapan Populasi, Biomassa dan estimasi Berat per Ekor Cacing Tanah

Populasi cacing tanah diperoleh dari nilai rata-rata jumlah cacing tanah per meter persegi (ekor/m^2), sedangkan untuk nilai biomassa cacing tanah di peroleh dari nilai rata-rata berat basah cacing tanah per meter persegi (g/m^2). Setelah di peroleh nilai kelimpahan dan biomassa cacing, selanjutnya di lakukan pengukuran terhadap estimasi berat cacing tanah (g/ekor) dengan membandingkan antara nilai biomassa dengan nilai kelimpahan cacing tanah.

3. Identifikasi Cacing Tanah

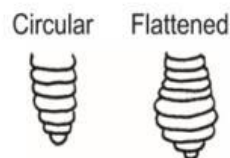
Cacing tanah yang telah diawetkan dengan formalin kemudian di bawa ke laboratorium untuk di lakukan identifikasi dengan menggunakan mikroskop binokuler. Identifikasi cacing tanah dilakukan pada cacing tanah dewasa hingga tingkat family dengan menggunakan acuan literatur; (Edwards & Lofty, 1977), (Aspe & James, 2016). (Sims & Easton, 1972) merupakan literature yang digunakan untuk menidentifikasi cacing tanah di daerah tropis. Selanjutnya, dilakukan penetapan keanekaragaman fungsi ekologi cacing tanah dengan menggunakan acuan literatur; (Paoletti, 1999) dan (Senge, 2015) Identifikasi yang dilakukan meliputi penciri eksternal cacing tanah, yaitu:

Tabel 2. Penciri Cacing Tanah

Penciri	Kriteria	Keterangan	
	1. Panjang dan bentuk tubuh	... mm	
	2. Warna tubuh	Coklat, merah atau kombinasi	
	3. Jumlah segmen	Jumlah keseluruhan segmen	
	4. Posisi lubang kelamin jantan dan betina	Terletak pada segemen ke-	
Eksternal	5. Bentuk peristomium dan prostomium	Dorsal view of prostomium	
		Epilobic	
		Zygotobic	
		Tanylobic	
	6. Bentuk seta	Setal pairing arrangements (cross sectional view)	
		Closely paired	
		Widely paired	
		Separate	
	7. Letak dan bentuk klitelum	Clitellum Shapes (lateral view)	
		Saddle	Annular
			
		(cross sectional view)	
	Flared	Non Flared	
			

8. Bentuk ekor

Tail Shapes (dorsal view)

**4. Keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah**

Data jenis cacing tanah yang telah di peroleh selanjutnya di analisi tingkat kerapatannya, indeks nilai penting (INP), serta tingkat keanekaragaman (H'), tingkat kekayaan (R), dan tingkat pemerataan (E). Perhitungan keanekaragaman dan kerapatan cacing dihitung dengan menggunakan rumus :

1. Kerapatan (K)

$$= \frac{\text{Banyaknya individu suatu spesies}}{\text{Luas petak contoh}}$$

2. Kerapatan Relatif (KR)

$$= \frac{\text{Kerapatan suatu spesies}}{\text{Kerapatan seluruh spesies}} \times 100\%$$

3. Frekuensi (F)

$$= \frac{\text{Jumlah petak contoh ditemukan suatu spesies}}{\text{Jumlah seluruh petak contoh}}$$

4. Frekuensi Relatif (FR)

$$= \frac{\text{Frekuensi suatu spesies}}{\text{Frekuensi seluruh spesies}} \times 100\%$$

Dalam menetapkan suatu keanekaragaman cacing tanah dalam satu kawasan tidak terlepas dari adanya suatu spesies yang mendominasi dalam kawasan tersebut. Suatu spesies cacing tanah dapat di katakan mendominasi apabila ketersediaannya berlimbah jika di bandingkan dengan spesies lain dalam suatu kawasan. Penetapan dominasi suatu spesies dapat di peroleh melalui persamaan Indeks Nilai Penting (Suin, 1997 dalam Dewi *et al.*, 2006), yaitu:

$$INP = FR + KR$$

Keterangan:

INP = Indek Nilai Penting (%)

FR = Frekuensi Relatif (%)

KR = Kerapatan Relatif (%)

FR dan KR dinyatakan dalam persen (%), dengan nilai tertinggi masing – masing 100%. Nilai INP berada pada kisaran 0 – 200%, apabila nilai INP semakin besar, maka spesies tersebut memiliki peranan besar dalam komunitasnya (Dewi, *et al*, 2006).

Penetapan keanekaragaman cacing tanah pada setiap penggunaan lahan diperoleh melalui Indeks Diversitas (H') menurut persamaan Shannon (Kennedy & Smith, 1995); (Dewi *et al.*, 2006) yaitu :

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dengan

H' = Indeks keragaman Shanon-Wiener

n_i = Jumlah individu ke- i

\ln = logaritma natural

N = Jumlah total individu

Apabila nilai indeks diversitas kurang dari 1 ($H' < 1$), maka keanekaragaman jenis suatu spesies di kategorikan rendah. Apabila nilai indeks diversitas 2 ($1 < H' < 3$), maka keanekaragaman jenis suatu spesies dikegorikan sedang, dan apabila nilai indeks diversitas lebih dari 3 ($H' > 3$), maka keanekaragaman jenis suatu spesies dikategorikan tinggi.

Penetapan nilai jumlah total individu setiap spesies di peroleh dari indeks kekayaan jenis (R) (Goswami, 2015)

$$R = \frac{S-1}{\ln N}$$

Keterangan :

S = Jumlah spesies

\ln = Logarima natural

N = Jumlah total individu

Apabila nilai indeks kekayaan (R) kurang dari 3,5 ($R < 3,5$) maka kekayaan jenis termasuk dalam kategori rendah. Apabila indeks R diantara 3,5 – 5 ($3,5 > R < 5$) maka pemerataan jenis suatu spesies di kategorikan sedang. Apabila nilai indeks R lebih dari >5 ($R > 5$) maka pemerataan jenis spesies dikategorikan tinggi.

Dalam menentukan pemerataan distribusi populasi cacing tanah setiap spesies, dilakukan dengan perhitungan indeks pemerataan jenis (Indeks E) atau disebut dengan indeks Evannes (Odum, 1996) yaitu:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan :

- S = Indeks pemerataan jenis
- H' = Indeks keanekaragaman jenis
- S = Jumlah jenis yang ada

Apabila nilai indeks E kurang dari 0,3 ($E < 0,3$) maka pemerataan jenis suatu spesies di kategorikan rendah. Apabila indeks E diantara 0,3 – 0,6 ($0,3 > E < 0,6$) maka pemerataan jenis suatu spesies di kategorikan sedang. Apabila nilai indeks E lebih dari 0,6 ($E > 0,6$) maka pemerataan jenis spesies dikategorikan tinggi.

3.5.3.2 Tanah

1. Pengukuran pH

Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat pH meter. Analisa dilakukan dengan cara mengambil contoh tanah sebanyak 10 g kemudian di tambakan 10 ml aquades ($\text{pH H}_2\text{O}$) dan 10 ml KCl 1 M kedalam botol (pH KCl). Campuran tersebut kemudian di homogenkan dengan mesin pengocokselama 30 menit dan diendapkan. Hasil endapan tersebut kemudian di ukur dengan menggunakan alat pH meter (Lampiran 1 e&f).

3. C-organik

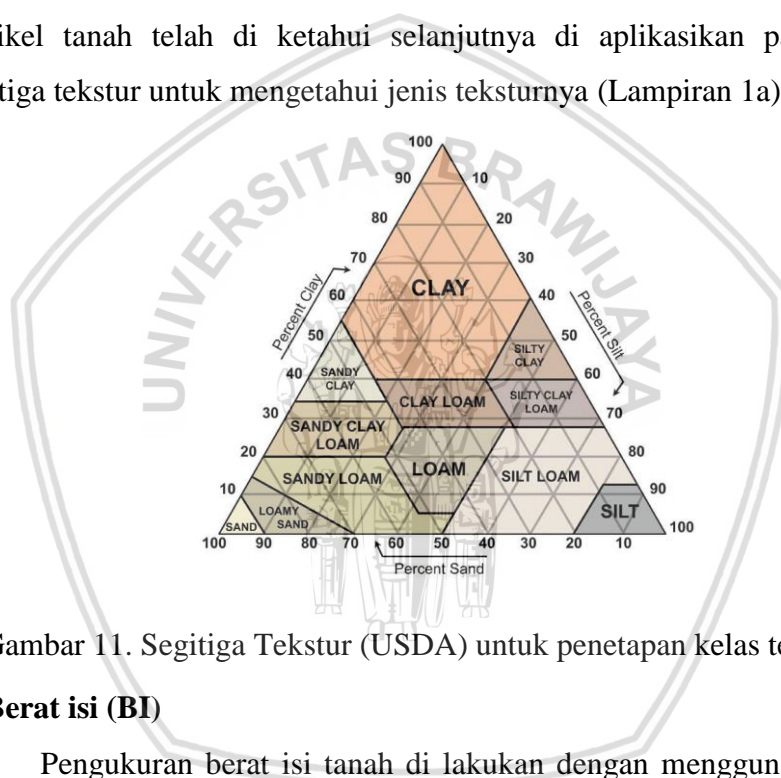
Tanah yang telah di kering anginkan dan telah lolos ayakan 0,5 mm , kemudian di timbang seberat 0,5 g. Pengukuran C-Organik di lakukan dengan menggunakan metode Walkey and Black (Lampiran 1g).

4. N-Total

Analisis N-Total dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl. Analisa N-Total terbagi kedalam 3 proses yaitu proses destruksi contoh tanah, destilasi contoh tanah dan titrasi (Lampiran 1h).

5. Tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan dengan menggunakan metode pipet. Kemudian hasil dari pengukuran dengan metode tersebut di konfersikan melalui perhitungan untuk mengetahui jumlah partikel tanah. Setelah jumlah partikel tanah telah di ketahui selanjutnya di aplikasikan pada diagram segitiga tekstur untuk mengetahui jenis teksturnya (Lampiran 1a).



Gambar 11. Segitiga Tekstur (USDA) untuk penetapan kelas tekstur

6. Berat isi (BI)

Pengukuran berat isi tanah di lakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Contoh tanah yang diambil pada plot perwakilan pada setiap kedalaman kemudian ditimbang berat basahanya dan diambil contoh tanahnya untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah contoh di kering oven kemudian contohditimbang berat keringnya, sehingga bisa dihitung berat isi tanah (BI) (Lampiran 1b).

7. Berat Jenis (BJ)

Pengukuran berat jenis dilakukan dengan menggunakan metode piknometer (Lampiran 1c). Analisis mula-mula dilakukan dengan menimbang labu ukur kosong (X gram). Menambahkan contoh tanah yang telah kering

udara sekitar 50 gram, kemudian menimbang labu kosong dan tanah kering oven. Menambahkan air hingga batas bagian tengah labu ukur (Y). Untuk menghilangkan udara yang terjatrat dalam tanah, labu dididihkan secara perlahan dalam jangka waktu beberapa menit. Kemudian mendinginkan labu beserta isinya sampai mencaai suhu tangan dan menambahkan air dingin hingga batas volume lalu menimbanginya (Z gram). Selanjutnya mengukur volume labu ukur, apabila volume labu telah di ketahui maka tidak perlu melakukan pengukuran volume labu ukur. Setelah proses selesai kemudian dilakukan pehitungan bobot jenis partikel dengan menggunakan rumus :

$$BJ = \frac{((Y-X) \times d)}{(Y-X)-(Z-A)} \text{ g.cm}^{-3}$$

Keterangan : Y = berat labu kosong + tanah kering oven
 X = berta labu kosong
 Z = berta labu berisi (tanah + air) sampai garis batas
 A = berat labu dan air dingin, sampai garis batas
 d = kerapatan air pada saat pengamatan = 1

8. Total pori

Pengukuran porositas di peroleh dari hasil analisis berat isi dan berat jenis tanah (Lampiran 1d). Berat isi tanah diperoleh dengan metode gravimetri, sedangkan berat jenis diperoleh dengan metode piknometer. Total pori dapat di hitungh dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ Pori Total Tanah} = \left(1 - \frac{BI}{BJ}\right) \times 100\%$$

Keterangan : BI = Bobot isi
 BJ = Bobot Jenis Partikel

3.5.3.3. Karakteristik lahan

a. Sebaran LBD pohon

Luas Bidang Dasar (LBD) pohon di ukur unuk mengetahui suatu lahan termasuk dalam systemagrofirestri atau perkebunan monokultur. Pengukuram LBD dilakukan pada pohon dengan DBH > 5 cm. Pengukuran DBH di lakukan dengan melilitkan meteran pada batang pohon (tinggi : 1,3 m). Hasil pengukuran kemudian di konversikan menjadi diameterdengan menggunakan rumus = keliling batang pohon/ π .

b. Penutupan kanopi

Setiap jenis penggunaan lahan di lakukan pengukuran kanopi pohon. Pengukuran kanopi di lakukan pada pohon dengan diameter batang >5 cm. Pengukuran kanopi di lakukan menggunakan meteran dengan delapan arah angin. Kemudian hasil perhitungan di gambar untuk di hitung luasan tutupan kanopi dalam plot pengamatan. Persentase kanopi yang menutupi permukaan tanah dalam plot pengamatan dapat di hitung dengan cara membandingkan antara % kanopi yang menutupi tanah dengan luas plot pengamatan.

$$CC (\%) = \frac{AV}{AP} \times 100\%$$

Keterangan :

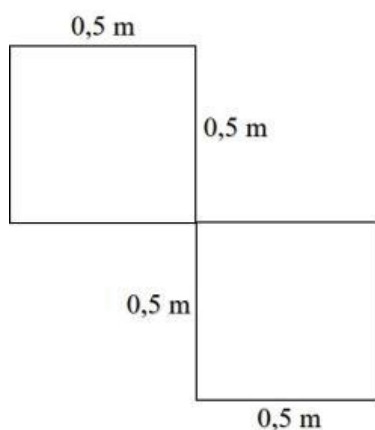
CC : penutupan kanopi (%)

AV : luas area yang tertutup kanopi vegetasi (m²)

AP : luas plot pengamatan (m²)

c. Produksi biomassa

Produksi biomassa vegetasi diukur dengan variabel tebal dan biomassa seresah. Pengambilan seresah di lakukan pada titik yang sama dengan titik pengambilan contoh cacing tanah. Pengambilan contoh seresah di lakukan dengan menggunakan kuadran 50x50 cm. Pengukuran ketebalan seresah dilakukan sebanyak tiga titik pada setiap kuadran. Kemudian memisahkan contoh seresah berdasarkan jenisnya, yaitu daun, ranting, dan *understorey*. Contoh seresah kemudian di timbang untuk mengetahui berat basahanya lalu di oven dengan suhu 85⁰C selama 48 jam. Setelah kering oven kemudian ditimbang kembali untuk mengetahui berat kering.



Gambar 12. Petak Pengambilan Contoh Seresah

3.6. Analisis Data

Data hasil pengukuran direkapitulasi menggunakan alat bantu software Microsoft Office Excel 2007. Data yang telah di rekapakan dianalisis keragamannya (analysis of variance) menggunakan program pengolah data *GenStat Discovery Edition 18th*. Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh sumber keragaman (Jenis penggunaan lahan dan kedalaman tanah) terhadap variabel pengamatan (Tekstur, BI, BJ, Porositas, C-organik, pH, N-total, dan cacing tanah). Apabila berpengaruh nyata ($p < 0,05$) maka akan dilakukan uji lanjut Duncan taraf 5%. Uji *multivariate* (Biplot) dilakukan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Karakteristik Lahan

a. Luas bidang dasar (LBD) dan kerapatan vegetasi

Pengukuran LBD dilakukan di setiap sistem penggunaan lahan (SPL) untuk mengetahui luasan lahan yang ditumbuhi/tertutup oleh tegakan pohon. Data LBD digunakan sebagai acuan dalam mengklasifikasikan suatu penggunaan lahan, termasuk SPL agroforestri atau SPL hutan produksi (monokultur) (Hairiah *et al.*, 2004). Apabila nilai LBD jenis pohon utama (misalnya pinus) $< 80\%$, maka lahan termasuk dalam kategori agroforestri (AF) karena ada jenis pohon lainnya; sedangkan apabila LBD jenis pohon utama dalam lahan $> 80\%$ maka seluruh lahan termasuk dalam kategori hutan produksi (monokultur) atau woodlot. Selanjutnya, pengklasifikasian AF dapat dibedakan atas dasar jumlah jenis pohon yang ditanam, bila jenis pohon yang ditanam > 5 jenis pohon maka SPL tersebut termasuk kategori AF kompleks atau AF multistrata dan bila jenis pohon yang ditanam < 5 jenis maka SPL tersebut termasuk dalam kelas AF sederhana.

Hasil pengamatan karakterisasi lahan di UB *Forest* disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan klasifikasi macam AF yang dilaporkan oleh Hairiah *et al.*, (2004), maka lahan yang ada di UB *Forest* termasuk dalam kategori SPL monokultur karena memiliki LBD pohon dominan (pinus dan mahoni) lebih besar dari 80%, sedangkan tanaman kopi adalah sebagai tanaman sela atau *understorey* yang ditanam saat pohon utam berumur sekitar 3- 5 tahun. Namun demikian klasifikasi tersebut di atas masih belum mempertimbangkan umur pohon dan siklus hidupnya. Pada umumnya bertambahnya umur berbanding lurus dengan ukuran DBH dan LBD. Umur pohon pinus dan mahoni di UB *Forest* saat ini sekitar 30-40 tahun yang seharusnya tidak lama lagi akan dilakukan peremajaan, sehingga tanaman kopi akan bergeser statusnya dari tanaman sela menjadi tanaman utama.

Keberadaan pohon berdiameter besar (< 30 cm) dalam suatu SPL berpengaruh sangat besar terhadap heterogenitas struktur vegetasi yang ada (Lutz

et al., 2013) akibat adanya naungan pohon yang rapat menciptakan iklim mikro yang ideal untuk distribusi dan kepadatan cacing tanah (Biotech & Kooch, 2014).

Tabel 3. Karakterisasi sistem penggunaan lahan di lokasi penelitian

No	SPL	LBD _{total} , m ² ha ⁻¹	LBD pohon dominan/ total, %	Total populasi pohon ha ⁻¹	Jenis pohon dominan	Jumlah jenis pohon
1	AFMK	24,7	97,5	894	Mahoni	2
2	AFMT	35,8	98,2	530	Mahoni	1
3	AFPK	13,7	99,8	1134	Pinus	2
4	AFPT	19,9	92,7	339	Pinus	1
5	TS	0	0	0	Sayuran	0

Keterangan : (AFMK = Agroforestri Mahoni+Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni+Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus+Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus+ Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim).

Data dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah pohon terbanyak terdapat di SPL AFPK yaitu 1134 pohon ha⁻¹, dimana hanya ada dua jenis pohon yang dibudidayakan dalam penggunaan lahan tersebut yaitu pinus (*Pinus merkusii*) dan kopi (*Coffea sp.*). Di AFPK terdapat LBD terbesar (99%), sedangkan LBD terkecil terdapat di AFPS (93%) sehingga lahan relative lebih terbuka bila dibandingkan dengan SPL lainnya.

b. Sebaran Diameter Pohon (DBH)

Penghitungan sebaran diameter pohon (DBH) pada tiap SPL bertujuan untuk mengetahui tingkat dominasi ukuran suatu pohon dalam setiap SPL. Ukuran pohon tersebut akan mempengaruhi tingkat tutupan kanopi dalam suatu lahan. Dalam AFMK sekitar 64% dari total populasi pohon yang ada didominasi oleh pohon dengan ukuran diameter <5 cm, sedangkan di AFMS lebih dari 95% didominasi oleh pohon berdiameter >30 cm. Pada penggunaan lahan AFPK sekitar 66% didominasi oleh pohon berdiameter 5 – 20 cm; dan di AFPS sekitar 86% adalah pohon berdiameter > 30 cm.

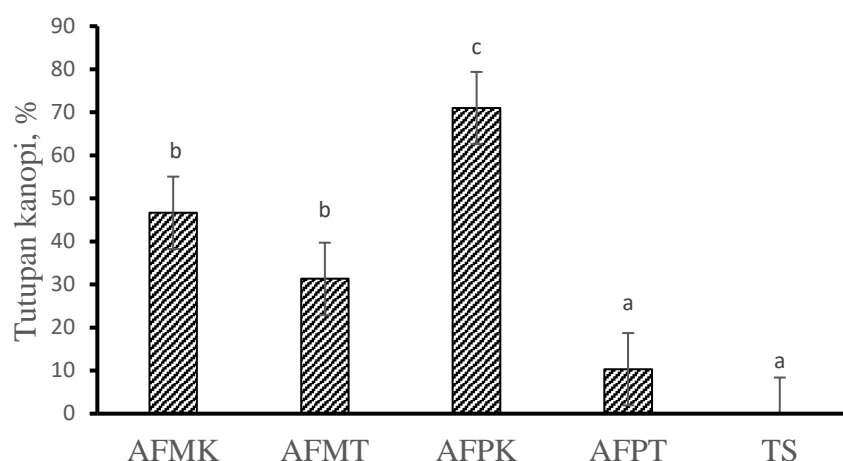
Tabel 4. Sebaran diameter pohon

SPL	>30cm	20-30cm	5-20cm	<5 cm	Total
	%				
AFMK	11,93	0,46	23,13	64,45	69,66
AFMT	95,21	4,78	0	0	11,33
AFPK	7,61	0	66,84	25,53	99,33
AFPT	86,11	9,72	4,16	0	7,33
TS	0	0	0	0	0
S.E.D	0,0389	3,67	0,32	0,24	

Keterangan : (AFMK = Agroforestri Mahoni+Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni+Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus+Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus+ Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim).

c. Tutupan kanopi

Berdasarkan hasil analisis keragaman, persentase tutupan kanopi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) (Lampiran 7e) pada tiap penggunaan lahan. Persentase tutupan kanopi tertinggi terdapat pada AFPK dengan nilai 71% dan persentase tutupan kanopi terendah terdapat pada TS dengan nilai 0%, hal tersebut dikarenakan pada TS tidak ada tutupan kanopi (Gambar 13). Tingginya tutupan kanopi pada suatu penggunaan lahan dipengaruhi oleh manajemen petani dalam menentukan jenis tanaman yang akan dibudidayakan. Persentase tutupan kanopi dalam suatu lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti halnya jarak tanam, jumlah tanaman dan jenis tanaman yang ditanam. Perubahan pola penggunaan lahan secara langsung juga akan berpengaruh terhadap komposisi dan struktur populasi cacing tanah (Lalthanzara *et al.*, 2011).



Gambar 13. Persentase tutupan kanopi pada berbagai penggunaan lahan di lokasi penelitian (s.e.d 8,39). (AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim)

d. Seresah (Tebal dan Biomassa)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, biomassa seresah antar penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 7b). Rerata biomassa seresah pada semual SPL yaitu $2,97 \text{ Mg/Ha}^{-1}$. Komponen penyusun lahan akan mempengaruhi masukan seresah pada lahan tersebut. Jenis pohon dengan produksi seresah yang tinggi dan terakumulasi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan produksi biomassa seresah melimpah.

Tebal seresah antar penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 7a). Rerata tebal seresah pada semual SPL yaitu 0,83 cm. Tebal seresah di pengaruhi oleh penumpukan seresah dalam kurun waktu tertentu. Selain itu komponen penyusun lahan juga berpengaruh terhadap jumlah produksi seresah dalam suatu lahan.

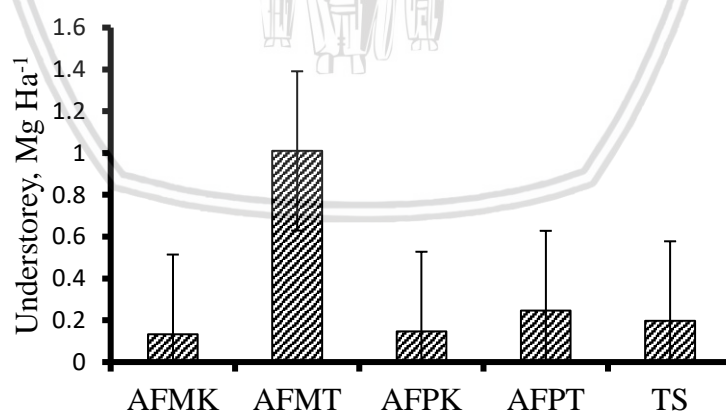
Tabel 5. Produksi Biomassa seresah

No	SPL	Biomassa Seresah (B)	Tebal Seresah (T)	Estimasi Biomassa seresah (T/B)
		(Mg Ha ⁻¹)	(cm)	(cm/Mg Ha ⁻¹)
1	AFMK	3,33	1,24	0,36
2	AFMT	2,63	0,84	0,37
3	AFPK	2,93	0,89	0,30
4	AFPT	0,80	0,69	1,44
5	TS	0,69	0,53	1,16

Keterangan : AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim

e. Tumbuhan bawah (*Understorey*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, biomassa kering tumbuhan bawah (*Understorey*) pada tiap penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 7d). *Understorey* merupakan tanaman yang mendominasi dan mampu bertahan hidup dalam kondisi yang ekstrim. Rerata biomassa *understorey* pada tiap penggunaan lahan agroforestri yaitu 0,346 Mg/Ha⁻¹.



Gambar 14. Biomassa understorey pada berbagai penggunaan lahan di lokasi penelitian (AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim)

4.1.2. Karakteristik Lahan

Wilayah KHDTK-UB didominasi oleh partikel debu, tetapi juga mengandung partikel pasir dan liat, sehingga tanah pada sebagian besar lokasi penelitian memiliki tekstur lempung dan lempung berdebu. Adanya dominasi partikel debu sehingga berpengaruh pada berat isi tanah di lokasi tersebut. Berat isi pada lokasi penelitian berpengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) (Lampiran 5a). AFMK, AFMS, AFPK, dan AFMS memiliki nilai berat isi $0,69 \text{ g/cm}^3$, sedangkan pada TS memiliki nilai berat isi yang lebih tinggi yaitu $0,8 \text{ g/cm}^3$. Tingginya nilai berat isi di lahan semusim di karenakan intensitas pengolahan tanah pada lahan semusim yang cukup tinggi. Pengolahan tanah pada lahan semusim di lakukan kurang lebih 3 kali dalam setahun, sedangkan pada penggunaan lahan lain pengolahan tanah di lakukan sekali pada penanaman. Intensitas pengolahan tanah yang dilakukan secara terus-menerus akan memicu pemadatan tanah.

Kenaikan kepadatan tanah akan di ikuti dengan kenaikan nilai berat isi tanah. Berat jenis pada lahan lokasi penelitian berpengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 5b). Lahan TS memiliki nilai BJ tertinggi yaitu $2,3 \text{ g/cm}^3$, sedangkan AFPS memiliki nilai BJ terendah terdapat yaitu $1,9 \text{ g/cm}^3$. Tingginya berat jenis tanah di lahan semusim bisa dikarenakan oleh adanya praktik-praktik pertanian seperti halnya intensitas pengolahan lahan, pembakaran sisa panen serta pengangkutan sisa panen keluar lahan. Nilai berat isi dan berat jenis akan digunakan untuk menentukan nilai porositas tanah. Porositas atau ruang pori tanah merupakan volume seluruh pori-pori dalam satuan volume tanah utuh. Berdasarkan hasil analisis keragaman, porositas pada lahan agroforestri berpengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 5c). AFPK memiliki nilai porositas tertinggi yaitu 69%, sedangkan lahan TS memiliki nilai porositas yaitu 61%. Tingginya porositas dalam suatu lahan di pengaruhi oleh besarnya nilai berat isi tanah. Semakin tinggi nilai berat isi tanah maka porositas akan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah berat isi tanah akan diikuti kenaikan porositas tanah (Hillel, 1980).

Kandungan C-organik pada lokasi penelitian berpengaruh sangat nyata ($p < 0,001$) (Lampiran 6d). AFPK memiliki kandungan C-organik tertinggi yaitu 5,9%, sedangkan TSmemiliki kandungan C-organik terendah yaitu 2,2%.

Kandungan bahan organik didalam tanah sangat berpengaruh terhadap kehidupan cacing tanah, dikarenakan bahan organik merupakan sumber makanan bagi cacing khususnya cacing jenis endogeik. Pada AFPT dan AFPK memiliki rerata kandungan N-Total yang tinggi apabila di bandingkan dengan SPL yang lain yaitu sebesar 0,44%, sedangkan AFMK, AFMT, dan TS memiliki rerata kandungan N-Total yang rendah yaitu sebesar 0,26%.Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah yang cukup sensitif terhadap kondisi lingkungan terutama dengan tingkat keasaman tanah (pH). Kelimpahan, distribusi, dan keanekaragaman spesies dipengaruhi oleh pHtanah.pH pada lokasi penelitian termasuk dalam kategoriasam.



Tabel 6. Karakteristik Lahan

No	SPL	C-Organik*	N-Total	pH		BI*	BJ*	Porositas	Pasir*	Liat*	Debu*
		%	%	KCL*	H ₂ O*	g cm ⁻³	g cm ⁻³	%	%	%	%
1	AFMK	3,98 b	0,26 a	5,43 b	5,43 c	0,64 a	2,08 ab	0,64 ab	22,38 a	15,65 a	61,98 b
2	AFMT	4,66 c	0,27 a	6 c	5,37bc	0,67 a	2,19 bc	0,66 bc	19,41 a	19,77 abc	60,83 b
3	AFPK	5,96 d	0,43 b	5,42 b	4,87 a	0,72 a	2,08 ab	0,69 c	31,66 b	17,96 ab	50,38 ab
4	AFPT	4,9 c	0,25 b	5,49 b	5,07 ab	0,74 a	1,97 a	0,66 abc	32,37 b	28,36 c	39,27 a
5	TS	2,69 a	0,24 a	4,89 a	5,23 bc	0,88 b	2,29 c	0,61 a	17,92 a	24,95 bc	57,13 b

Sumber data (*) = (Kurniawan *et al.*, 2017)

Keterangan : Nilai diikuti dengan huruf berbeda memiliki hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. AFMK = Agroforestri Mahoni+Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni+Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus+Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus+ Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim.

4.1.3.1 Jenis Cacing Tanah

Genus	F. ekologis	AFMK
	Ep/End/ An	
ecidae		
Pheretima sp	Epigeik	v
Pheretima sp	Anesik	v
Amynthas sp	Epigeik	v
Metaphire sp	Epigeik	-

ng dari setiap penggunaan lahan di loka



Cacing tanah *Amyntas sp.*



Cacing tanah *Metaphire sp.*



Cacing tanah *Pheretima sp.*(2)



Cacing tanah *Pheretima sp.*



Cacing tanah *Pontoscolex*

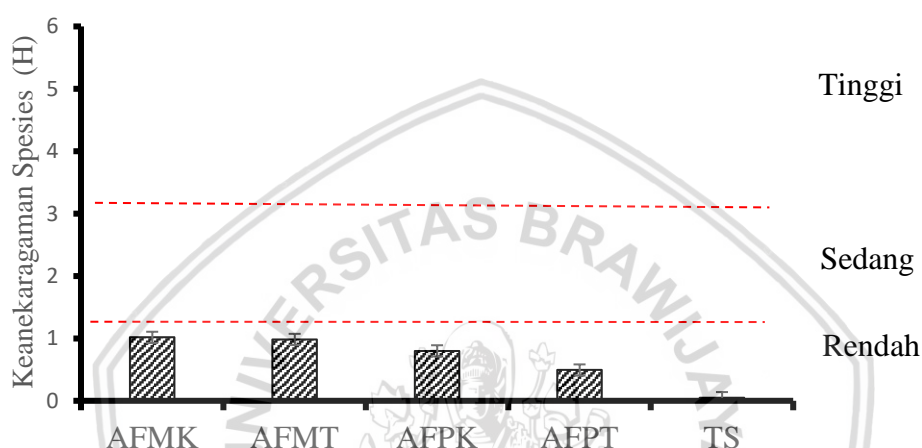
Gambar 15. Jenis cacing yang di temukan di KHDTK-UB

4.1.3.2. Indeks keanekaragaman cacing tanah (indeks keanekaragaman, indeks kekayaan jenis, dan indeks kemerataan jenis)

a. Indeks Keanekaragaman

Berdasarkan hasil analisis keragaman, keanekaragaman cacing tanah pada lokasi penelitian tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$)(Lampiran 4a). Rerata indeks

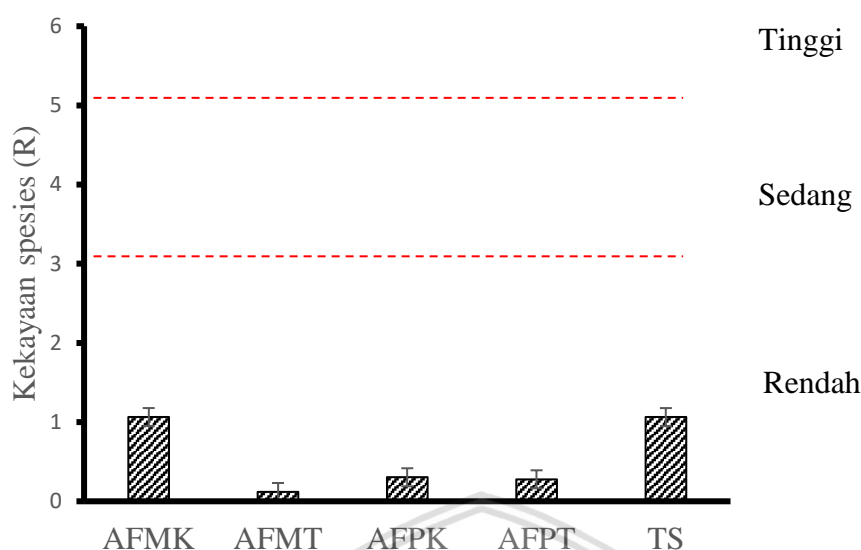
keanekaragaman pada semua penggunaan lahan yaitu 0,66. Berdasarkan kelas indeks keanekaragaman menurut persamaan Shannon (Kennedy & Smith, 1995; Dewi *et al.*, 2006) menunjukkan bahwa semua penggunaan lahan tergolong dalam kelas rendah. Menurut Edwards & Lofty (1977) vegetasi yang beragam akan mampu menyediakan makanan bagi cacing tanah. Suin (1997), menambahkan bahwa jenis cacing tanah paling banyak di temukan pada tanah yang memiliki vegetasi dasar yang rapat.



Gambar 16. Indeks Keanekaragaman Jenis tiap penggunaan lahan (s.e.d 0,089) (AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim)

b. Indeks Kekayaan Jenis

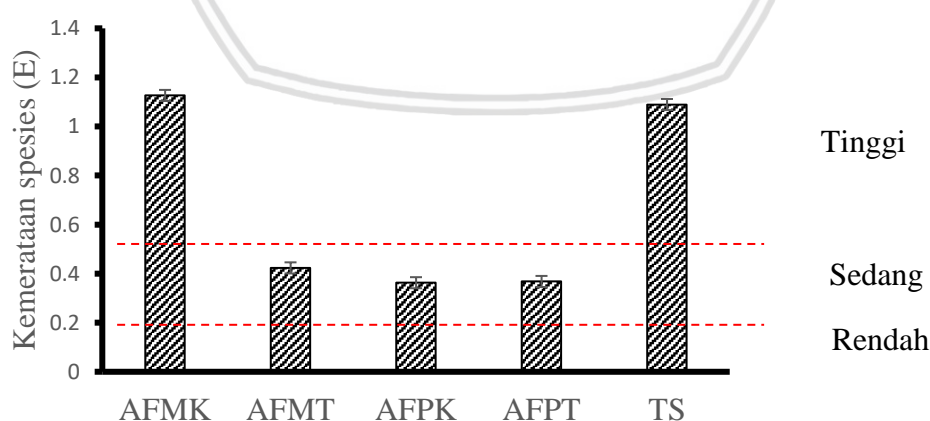
Berdasarkan hasil analisis keragaman, kekayaan cacing tanah pada lokasi penelitian tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 4b). Rerata indeks R pada semua penggunaan lahan adalah 0,56. Indeks R pada lokasi penelitian tergolong dalam kategori tinggi. Menurut Curry (2004) kekayaan cacing tanah dalam suatu lahan bergantung pada kondisi tanah seperti tingkat kelembapan, suhu, pH, dan tekstur tanah.



Gambar 17. Indeks Kekayaan Jenis tiap penggunaan lahan (s.e.d 0,11) (AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim)

c. Indeks Kemerataan Jenis

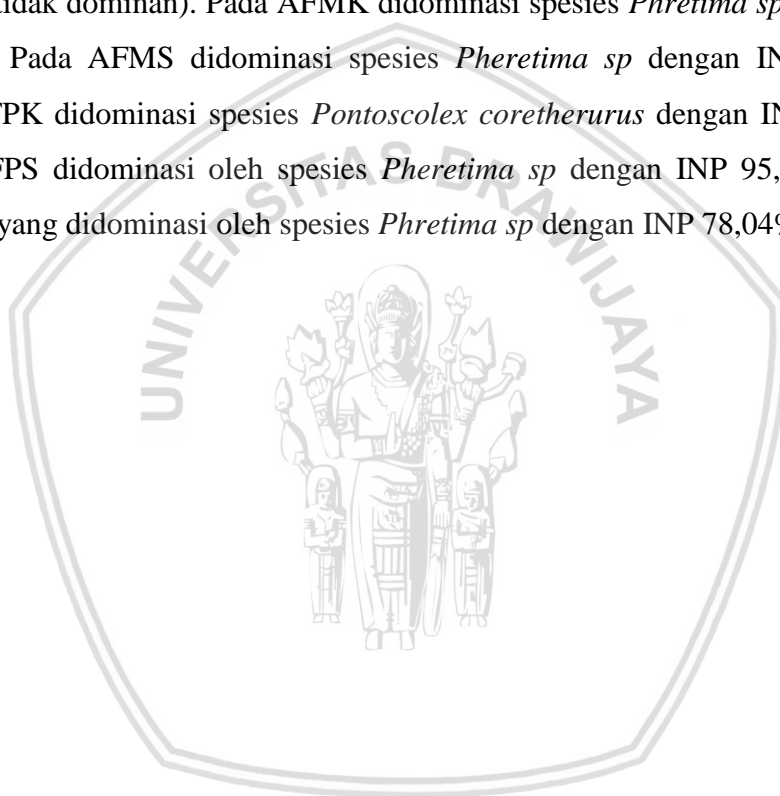
Berdasarkan hasil analisis keragaman, kemerataan cacing tanah pada lokasi penelitian tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 4c). Rerata indeks Evannes pada semua penggunaan lahan adalah 0,67. Berdasarkan kelas indeks Evannes, nilai indeks kemerataan tersebut tergolong pada kelas sedang yaitu berada pada rentang ($0,3 > E < 0,6$) (Odum, 1996).



Gambar 18. Indeks Kemerataan Jenistiap penggunaan lahan (s.e.d 0,02) (AFMK = Agroforestri Mahoni + Kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.Semusim, AFPK = Agroforestri Pinus + Kopi, AFPT = Agroforestri Pinus + Tan. semusim, TS = Tanaman Semusim)

d. Indeks Nilai Penting

Penetapan suatu keanekaragaman cacing tanah dalam satu kawasan tidak terlepas dari adanya suatu spesies yang mendominasi dalam kawasan tersebut. Suatu spesies cacing tanah dapat dikatakan mendominasi apabila ketersediaannya berlimbah jika dibandingkan dengan spesies lain dalam suatu kawasan. Penetapan dominasi suatu spesies dapat diperoleh melalui persamaan Indeks Nilai Penting. Kriteria $INP > 40\%$ termasuk dalam kriteria tinggi (sangat dominan), $INP 20-40\%$ termasuk sedang (dominan) dan $INP < 20\%$ termasuk rendah (tidak dominan). Pada AFMK didominasi spesies *Phretima sp* dengan $INP 72,14\%$. Pada AFMS didominasi spesies *Pheretima sp* dengan $INP 114,37\%$. Pada AFPK didominasi spesies *Pontoscolex coretherurus* dengan $INP 111,11\%$. Pada AFPS didominasi oleh spesies *Pheretima sp* dengan $INP 95,95\%$. Begitu pula TS yang didominasi oleh spesies *Phretima sp* dengan $INP 78,04\%$.

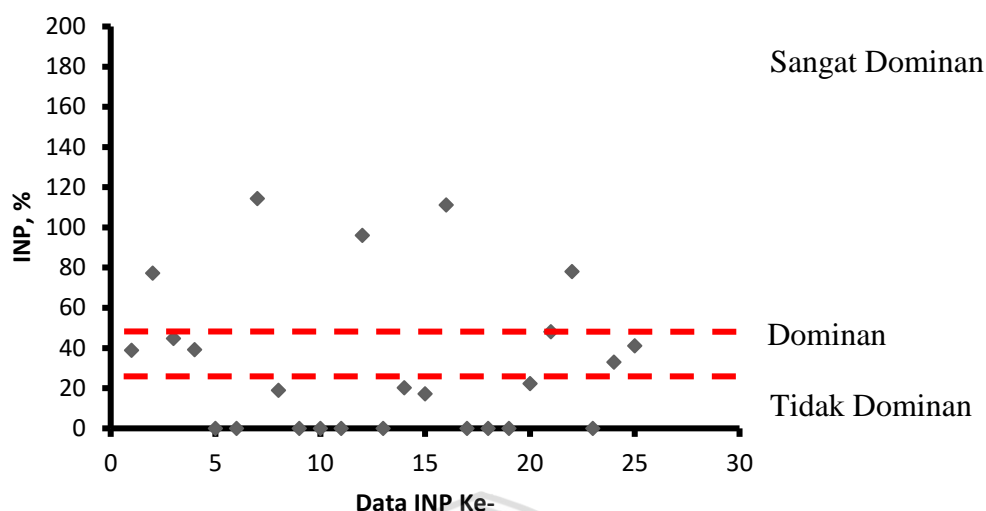


Tabel 8. Indeks Nilai Penting (INP) jenis cacing tanah dari setiap penggunaan lahan di lokasi

SPL	Jenis Cacing	Fungsi Ekologi	INP, %	Kategori
AFMK	Pontoscolex sp	Endogeik	38,9	S
	Pheretima sp	Epigeik	77,1	T
	Pheretima sp (2)	Anesik	44,8	T
	Amyntas sp	Epigeik	39,2	S
	Metaphire	Epigeik	0	R
AFMT	Pontoscolex sp	Endogeik	0	R
	Pheretima sp	Epigeik	114,4	T
	Pheretima sp (2)	Anesik	18,9	R
	Amyntas sp	Epigeik	0	R
	Metaphire	Epigeik	0	R
AFPT	Pontoscolex sp	Endogeik	0	R
	Pheretima sp	Epigeik	95,9	T
	Pheretima sp (2)	Anesik	0	R
	Amyntas sp	Epigeik	20,2	R
	Metaphire	Epigeik	17,12	R
AFPK	Pontoscolex sp	Endogeik	111,1	T
	Pheretima sp	Epigeik	0	R
	Pheretima sp (2)	Anesik	0	R
	Amyntas sp	Epigeik	0	R
	Metaphire	Epigeik	22,2	S
TS	Pontoscolex sp	Endogeik	48,1	T
	Pheretima sp	Epigeik	78,0	T
	Pheretima sp (2)	Anesik	0	R
	Amyntas sp	Epigeik	32,9	S
	Metaphire	Epigeik	41,0	T

Keterangan :T=tinggi, S=sedang, R=rendah, AFMK = Agroforestri mahoni+kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + tan. semusim, AFPK = Agroforestri pinus + kopi, AFPT= Agroforestri pinus + tan. semusim, TS = Tanaman semusim

Cacing tanah eksotis *Pontoscolex coretherurus* dan *Pheretima sp* memiliki nilai INP tertinggi pada lokasi penelitian yang berarti terjadi dominasi spesies eksotis *Pontoscolex coretherurus* dan *Pheretima sp* di lokasi tersebut. Adanya dominansi spesies eksotis di mungkinkan masuk ketika kegiatan pertanian seperti halnya pemupukan dan pengolahan tanah.

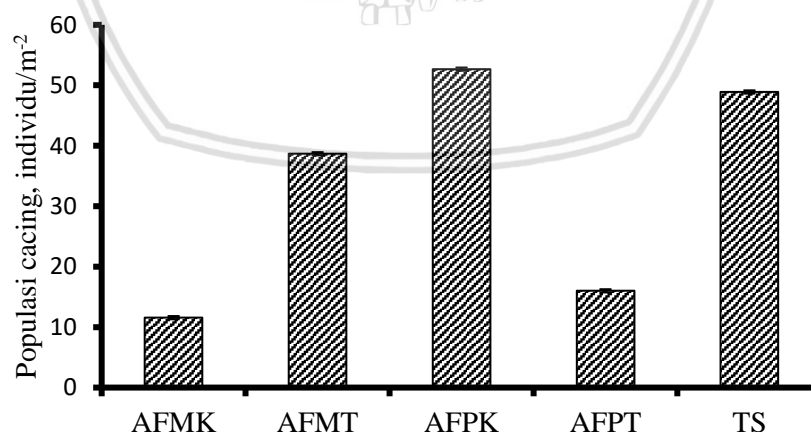


Gambar 19. Sebaran Indeks Nilai Penting (INP) spesies cacing tanah

4.1.3.4. Kerapatan cacing tanah (populasi, biomassa, dan nisbah B:P)

a. Populasi cacing tanah (P)

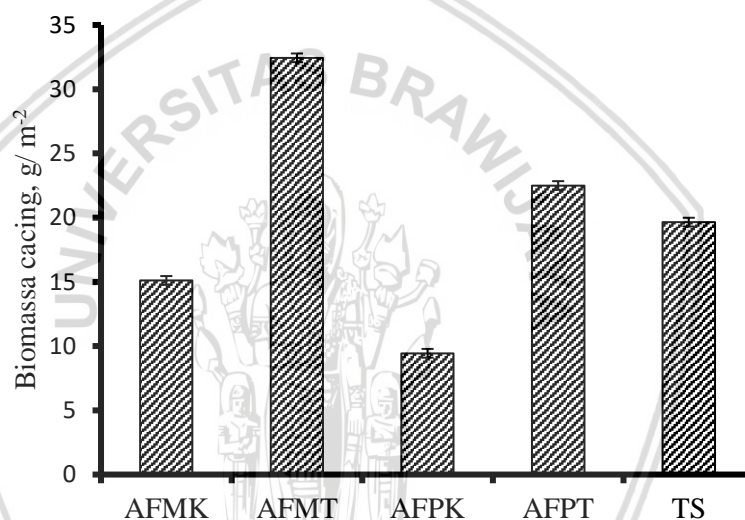
Berdasarkan hasil analisis keragaman, populasi cacing tanah pada setiap penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 3a). Rerata populasi cacing pada semua penggunaan lahan yaitu 34 individu/m². Distribusi cacing tanah sangat di pengaruhi oleh jenis tanah (Rajkhowaet *al.*, 2014). Perubahan penggunaan lahan akan secara langsung mempengaruhi komposisi dan distribusi cacing tanah (Lalthanzaraet *al.*, 2011).



Gambar 20. Populasi cacing tanah dalam setiap sistem penggunaan lahan (s.e.d= 0,27) (AFMK = Agroforestri mahoni + kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + semusim, AFPK = Agroforestri pinus + kopi, AFPT = Agroforestri pinus + semusim, TS = Tanaman Semusim)

b. Biomassa (B)

Berdasarkan hasil analisis keragaman, biomassa cacing tanah pada tiap penggunaan lahan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 3b). Rerata biomassa cacing pada semua penggunaan lahan yaitu $19,8 \text{ g/m}^2$. Biomassa cacing tanah dipengaruhi oleh ketersediaan makanan pada suatu lokasi. Input bahan organik seperti seresah (daun, ranting, dan buah) dan pupuk organik (kotoran ayam dan kambing) akan meningkatkan ketersediaan bahan organik pada lingkungan tersebut sehingga akan mampu menyediakan nutrisi bagi cacing tanah dan meningkatkan biomassa cacing tanah (Smetak *et al.*, 2007).

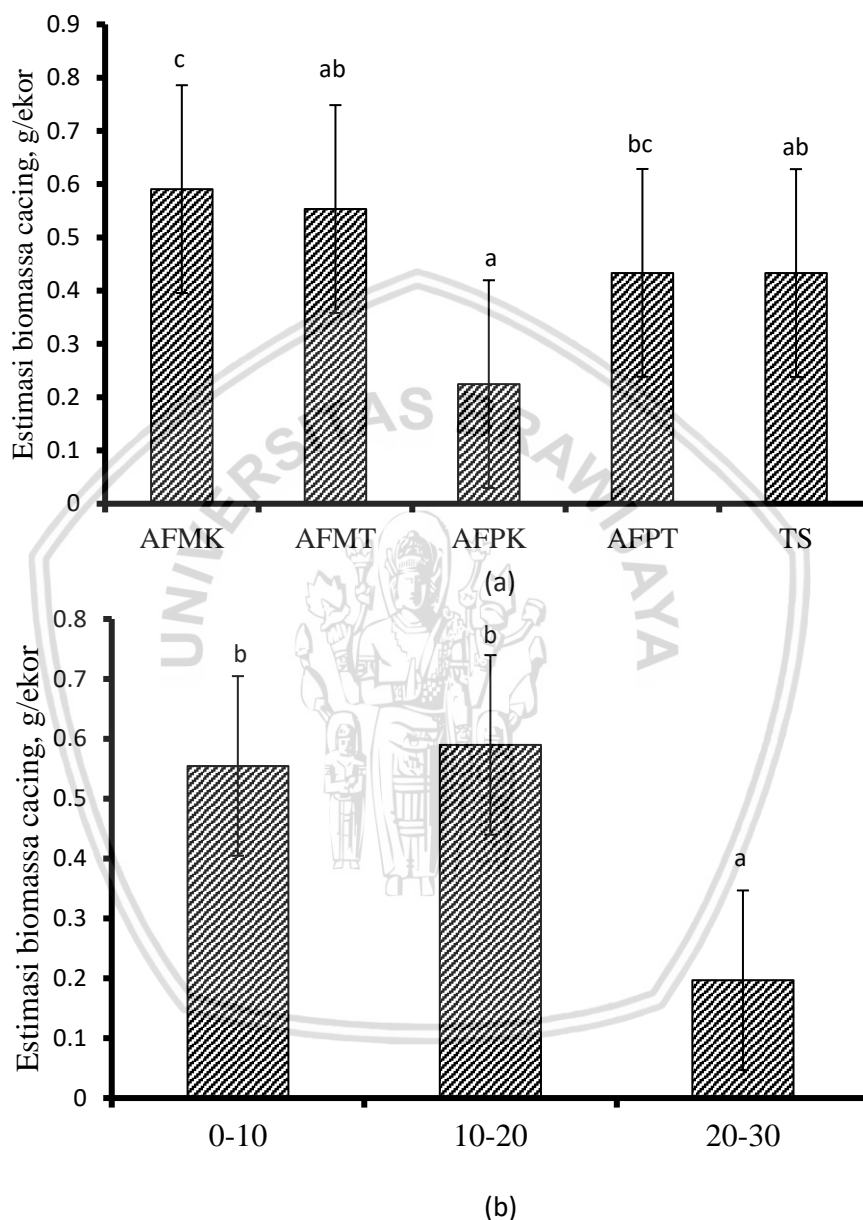


Gambar 41. Biomassa tiap penggunaan lahan (s.e.d 0,34) (AFMK = Agroforestri mahoni + kopi, AFMT = Agroforestri mahoni + Tan.semusim, AFPK = Agroforestri pinus + kopi, AFPT = Agroforestri pinus+semusim, TS = Tanaman Semusim)

c. Nisbah biomassa: populasi (B:P) cacing tanah

Berdasarkan hasil analisis keragaman, estimasi biomassa cacing tanah pada setiap penggunaan lahan dan tiap kedalaman terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 3c). AFMK memiliki nilai estimasi biomassa cacing tanah tertinggi yaitu $0,59 \text{ g/ekor}$, sedangkan AFPK memiliki nilai estimasi biomassa cacing tanah terendah yaitu $0,22 \text{ g/ekor}$. Pada setiap kedalaman yang diamati, kedalaman 0-10 dan 10-20 cm memiliki nilai estimasi biomassa cacing tertinggi yaitu $0,57 \text{ g/ekor}$, sedangkan pada kedalaman 20-30 cm memiliki nilai estimasi biomassa cacing terendah yaitu $0,19 \text{ g/ekor}$. Pada umumnya cacing tanah jenis

epigeik memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan cacing endogeik sehingga akan mempengaruhi nisab B:P. Cacing epigeik sering ditemukan pada kedalaman 0-10 hingga 10-20 cm, hal tersebut berkaitan dengan jumlah produksi seresah yang merupakan sumber makanan bagi cacing tanah epigeik.



Gambar 22. (a). Nisbah biomassa : populasi (B : P) pada tiap lahan agroforestri (s.e.d 0,19), (b) Nisbah biomassa : populasi (B : P) pada tiap kedalaman (s.e.d 0,15) (AFMK = Agroforestri mahoni+kopi, AFMT = Agroforestri mahoni+semusim, AFPK = Agroforestri pinus+kopi, AFPT = Agroforestri pinus+semusim, TS = Tan.Semusim)

4.2. Pembahasan Umum

Pengelolaan biodiversitas tanaman pada suatu lahan memiliki peran penting dalam rantai makanan organisme tanah. Tingkat diversitas tanaman yang tinggi akan berpengaruh terhadap masukan bahan organik dari seresah yang jatuh ke permukaan tanah, kondisi iklim mikro pada permukaan tanah dan ketersediaan air tanah dan aktivitas akar. Adanya masukan bahan organik akan berpengaruh terhadap komunitas organisme dalam tanah seperti cacing tanah yang mampu memberikan beberapa pelayanan lingkungan dan juga menguntungkan bagi kehidupan tanaman (Barrios *et al.*, 2012). Pelayanan lingkungan yang menguntungkan dari organisme tanah antara lain melalui (a) perbaikan penyediaan hara, (b) peningkatan efisiensi serapan hara, (c) perbaikan kondisi fisik tanah, (d) pencegahan hama dan penyakit tanaman. Hubungan antara struktur lahan dan jasa lingkungan pada sistem penggunaan lahan agroforestri dan semusim dapat dilihat pada table 9.

Tabel 9. Hubungan antara struktur lahan dan jasa lingkungan pada sistem penggunaan lahan agroforestri dan semusim.

No	Struktur	Fungsi	Jasa Lingkungan	Agroforestri	Semusim
1	Kerapatan pohon	1. Mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk 2. Menahan air hujan untuk tidak langsung jatuh ke tanah 3. Penyimpan karbon	1. Menjaga iklim mikro 2. Mengurangi tingkat erosi 3. Mengurangi emisi karbon	1. Jarak tanam tidak teratur 2. Jenis tanaman lebih beragam 3. Mampu menyimpan cadangan karbon lebih tinggi	1. Jarak tanam lebih teratur 2. Jenis tanaman terbatas 3. Kurang mampu menyimpan cadangan karbon yang banyak
2	Masukan seresah	1. Sumber bahan organik 2. Pelindung tanah dari air hujan	1. Meningkatkan sumber unsur hara 2. Mengurangi laju erosi 3. Menjaga iklim mikro tanah	1. Jumlah masukan seresah banyak 2. Jenis seresah banyak	1. Jumlah masukan seresah sedikit 2. Jenis seresah sedikit

Lanjutan Tabel. 9

3	Biota tanah	1. Menggemburkan tanah 2. Membantu proses pendekomposisian	1. Meningkatkan porositas 2. Meningkatkan ketersediaan bahan organik	1. Jumlah dan jenis biota tanah lebih banyak	1. Jumlah dan jenis biota tanah lebih sedikit
4	Perakaran	1. Menggemburkan tanah 2. sumber bahan organik	1. Meningkatkan porositas 2. Meningkatkan laju infiltrasi 3. Menambah kandungan bahan organik tanah	1. Perakaran tidak teratur dan sangat rapat dan memiliki ukuran akar yang beragam	1. Perakaran cenderung teratur dan ukuran akar sama dikarenakan hanya terdapat beberapa jenis tanaman

Penggunaan lahan agroforestri akan menciptakan komponen penyusun yang bervariasi sehingga berpengaruh terhadap tingkat kerapatan pohon pada lahan tersebut. Tingkat kerapatan dan diameter pohon akan menentukan besarnya luasan lahan yang ditempati pohon (LBD). Berdasarkan hasil analisa biplot menunjukkan bahwa garis variabel LBD dan garis variabel biomassa cacing tanah memebentuk sudut yang lancip (Gambar 24). Hal tersebut menunjukkan bahwa LBD memiliki hubungan yang positif dengan biomassa cacing tanah. Semakin tinggi nilai LBD akan menunjukkan semakin rapat tutupan kanopi pada lokasi tersebut sehingga berpengaruh pada kondisi iklim mikro seperti suhu dan kelembapan tanah. Iklim mikro merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan cacing. Menurut hasil penelitian Kooch and Haghvesi (2014) menunjukkan bahwa tutupan kanopi yang rapat memiliki tingkat kelembapan yang lebih tinggi yaitu 42,96% jika di bandingkan dengan tutupan kanopi yang terbuka yaitu 27,93%. Cacing tanah cenderung lebih tinggi pada tutupan kanopi yang rapat, sedangkan cacing tanah cenderung mengalami penurunan pada tutupan kanopi yang lebih terbuka. Kelembapan tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan cacing, dikarenakan tubuh cacing tanah sebagian besar mengandung air sebanyak 75-90%.

Tingkat kerapatan pohon yang bervariasi akan menentukan jumlah masukan seresah pada lokasi tersebut. Seresah merupakan sumber makanan bagi cacing tanah. Berdasarkan hasil analisis biplot menunjukkan bahwa garis variabel

seresah searah dengan garis variabel biomassa cacing tanah dan membentuk sudut yang lancip (Gambar 24). Hal tersebut menunjukkan bahwa variabel seresah memiliki hubungan positif terhadap variabel biomassa cacing tanah. Menurut Suin (1997), menyatakan bahwa jenis cacing tanah paling banyak di temukan pada tanah yang memiliki vegetasi dasar yang rapat. Perubahan penggunaan lahan akan menyebabkan penurunan biomassa cacing tanah dan ketebalan biomassa seresah, begitu pula sebaliknya rendahnya produksi biomassa seresah akan menurunkan biomassa cacing tanah (Murwani *et al.* 2006). Namun, tidak semua jenis seresah disukai oleh kebanyakan jenis cacing. Seresah daun dengan bentuk jarum banyak tidak disukai oleh cacing, meskipun telah mengalami pelapukan (Bernier & Ponge, 2010). Cacing tanah cenderung lebih menyukai seresah segar di hutan yang telah mengalami pelapukan oleh bakteri dan jamur. Berdasarkan fakta diatas menunjukkan bahwa cacing tanah tidak memiliki kemampuan untuk mencerna lignin dan produk lainnya yang berasal dari selulosa sehingga membutuhkan organisme lain untuk mendekomposisikan seresah (Neushauser *et al.* 1978).

Tingginya produksi biomassa seresah pada suatu lokasi juga akan berdampak pada jumlah C-Organik di dalam tanah. Hal tersebut dikarenakan lapisan seresah akan mengalami proses pendekomposisian, mineralisasi dan bertransformasi menjadi bahan organik. Kandungan bahanorganik pada suatu lahan akan mempengaruhi keanekaragaman dan kerapatan cacing tanah di karenakan bahan organik merupakan sumber makanan bagi cacing tanah. Berdasarkan hasil analisa bilpot menunjukkan bahwa garis variabel C-Organik searah dengan garis variabel dan biomassa cacing tanah dan membentuk sudut lancip, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel C-Organik memiliki hubungan positif dengan variabel biomassa cacing tanah. Pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kandungan C-Organik tertinggi terdapat pada penggunaan lahan pinus kopi dengan nilai rerata 5,9%. Tingginya kandungan bahan organik diimbangi dengan adanya dominasi cacing tanah jenis *Pontoscolex corethrurus* sebesar 111%. Cacing *Pontoscolex corethruruss* merupakan jenis cacing endogeik, yang mana sumber makanan jenis endogeik berupa bahan organik. Menurut Lowe & Butt (2002) pengolahan bahan organik berperan penting dalam peningkatan populasi cacing tanah. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Kalu *et al.* (2015) yang

menyatakan bahwa semakin tinggi bahan organik maka populasi cacing tanah akan semakin tinggi dikarenakan bahan organik merupakan makanan dasar bagi cacing tanah.

Pada lokasi penelitian didominasi oleh partikel debu, tetapi juga mengandung partikel pasir dan liat, sehingga tanah pada sebagian besar memiliki tekstur lempung dan lempung berdebu. Pada penelitian kali ini, partikel debu memiliki hubungan positif dengan populasi cacing tanah dan biomassa cacing tanah. Berdasarkan hasil analisis biplot menunjukkan bahwa garis variabel partikel debu searah dengan garis variabel populasi cacing tanah sehingga membentuk sudut lancip (Gambar 24). Hal tersebut menunjukkan bahwa partikel debu memiliki hubungan yang positif dengan kepadatan populasi cacing tanah. Partikel debu memiliki kemampuan dalam menahan air sehingga mampu menjaga tanah dalam kondisi lembab. Kondisi tanah yang lembab akan mendukung kehidupan cacing tanah. Hal tersebut sebanding dengan hasil penelitian Qomariyah (2015) menunjukkan bahwa kepadatan populasi cacing tanah lebih tinggi pada lokasi terdampak abu vulkanik yakni 94 individu/m² daripada lokasi yang tidak terdampak abu vulkanik yakni 6 individu/m².

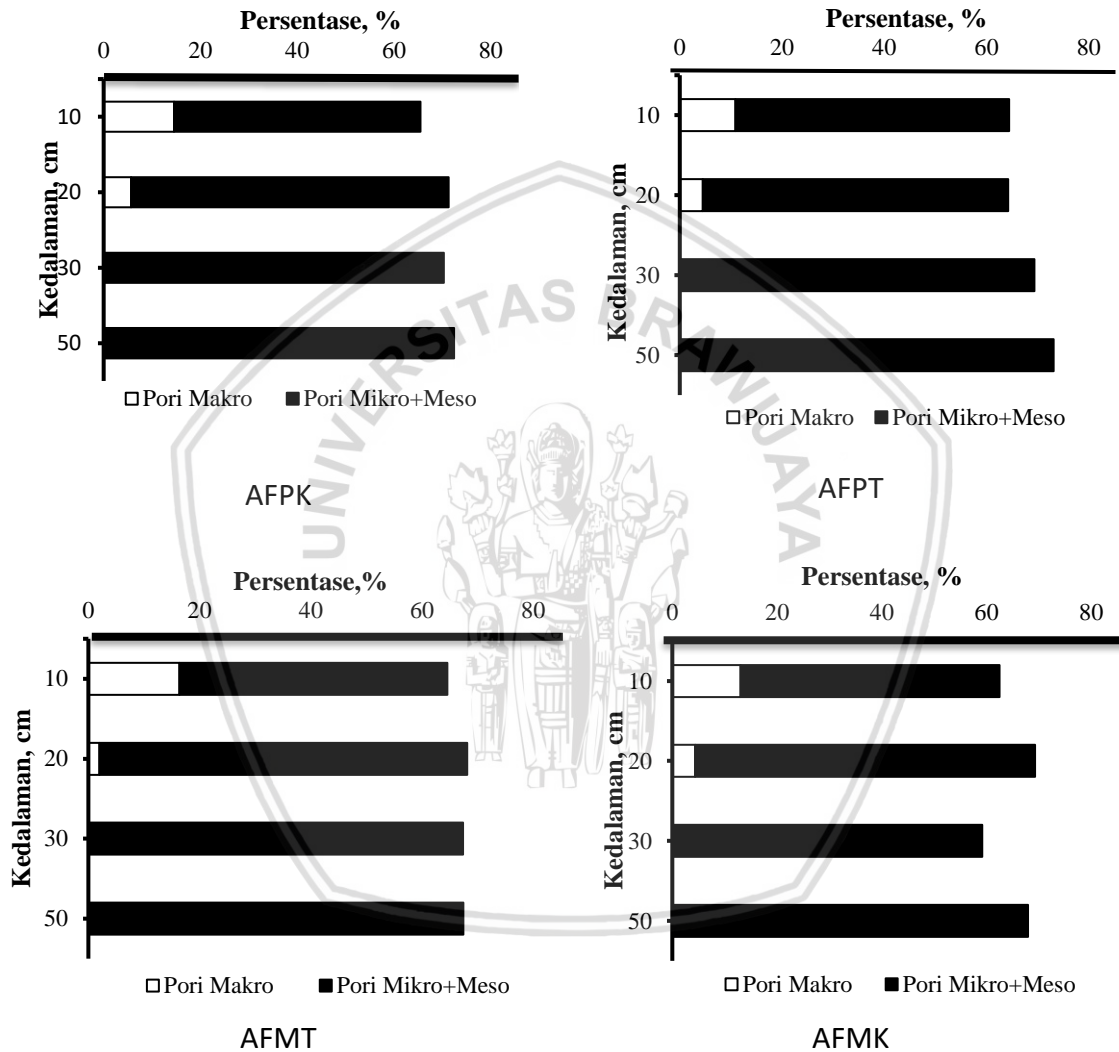
Hasil penelitian ini membuktikan bahwa hipotesis pertama yang menyatakan tingkat kerapatan tutupan lahan yang tinggi dapat mempertahankan tingkat keanekaragaman dan kerapatan populasi cacing tanah belum bisa diterima sepenuhnya. Hal tersebut dikarenakan LBD lebih berpengaruh terhadap biomassa cacing tanah. Tingkat keanekaragaman cacing tanah tergolong rendah pada semua SPL termasuk lahan agroforestri (0,6). Hal tersebut sama dengan dengan tingkat kekayaan spesies yang tergolong rendah pula yaitu 0,56, sedangkan tingkat kemerataan spesies termasuk dalam kategori tinggi pada semua penggunaan lahan agroforestry yaitu 0,67. Keanekaragaman cacing tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan disekitarnya (Breure, 2004). Pengelolaan tanah yang terlalu intensif akan mempengaruhi keanekaragaman cacing tanah dan mengakibatkan penurunan populasi cacing secara drastis. Praktik manajemen yang berbeda dalam pengelolaan lahan akan mempengaruhi kondisi lingkungan sekitar sehingga mengakibatkan perubahan kelimpahan dan keragaman cacing tanah (Bullock *et al.*, 2008). Berdasarkan hasil penelitian Senge (2015)

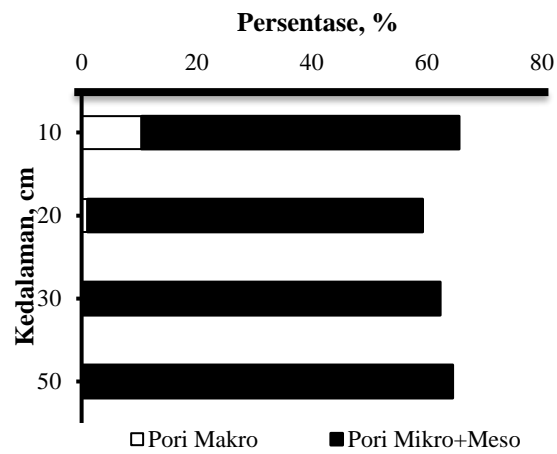
menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan kopi dan lahan pertanian lainnya di Sumberjaya menyebabkan hilangnya spesies *native*, seperti *Methaphire javanica* dan di gantikan oleh spesies *excotic*, seperti *Pontoscolex corethrurus*. Spesies *native* lebih sensitif terhadap perubahan penggunaan lahan jika dibandingkan dengan spesies *exotic*.

Tingkat kepadatan populasi, ukuran cacing dan aktivitas cacing tanah dapat merubah kondisi atau sifat tanah. Kegiatan cacing tanah dalam beraktivitas seperti halnya mencari makan dan mengeluarkan kotoran akan meninggalkan liang atau yang biasa disebut dengan “biopori”. Liang-liang tersebut akan menambah pori makro di dalam tanah sehingga mampu meningkatkan porositas tanah. Pori makro sangat penting untuk transportasi nutrisi dan pergerakan biota tanah (Helliwell, *et al.*, 2013). Menurut Lorensa (2018) semua SPL pada lokasi penelitian memiliki jumlah pori makro yang sama yaitu 4,16%. Namun pada setiap kedalaman yang diamati memiliki pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$). Persebaran pori makro tertinggi terdapat pada kedalaman 0-10 cm dengan nilai 13,06 kemudian mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah 10-20 cm (3,52%), 20-30 cm (0,07%), dan 30-50 cm (0,00 %) (Gambar 23).

Pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa peningkatan makropori total lebih di pengaruhi oleh biomassa cacing tanah. Hal tersebut terlihat dari hasil analisis biplot menunjukkan bahwa garis variabel biomassa cacing tanah searah dengan garis variabel makropori total tanah dan membentuk sudut yang lancip (Gambar 24). Hal tersebut menunjukkan bahwa biomassa cacing tanah memiliki hubungan yang positif dengan makropori total. Pori makro yang terbentuk oleh fauna tanah umumnya berukuran 1 mm hingga >50 mm. Pori makro tersebut terbentuk dari kegiatan fauna tanah seperti kegiatan mencari makan ataupun pergerakan lainnya sehingga meninggalkan liang-liang dalam tanah yang bisa menambah pori makro di dalam tanah. Berdasarkan hasil penelitian Omoti & Wild (1979) menunjukkan bahwa lubang hasil galian cacing memiliki ukuran 2-10 mm, hal tersebut tergantung pada biomassa cacing tersebut. Hasil galian cacing tersebut akan meningkatkan jumlah pori makro didalam tanah.

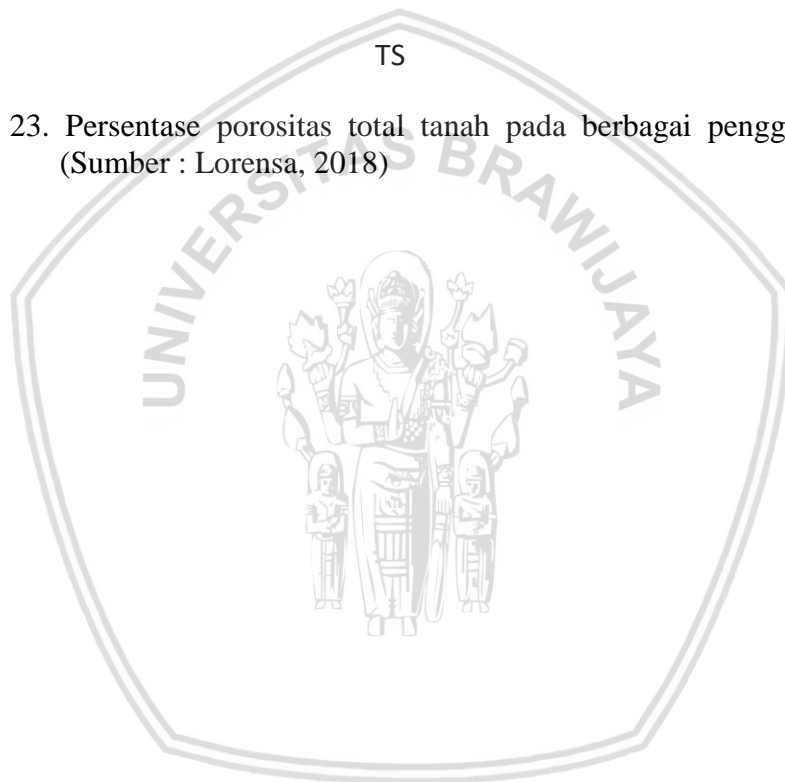
Hasil penelitian ini membuktikan bahwa semakin besar biomassa cacing dalam tanah akan diikuti oleh peningkatan total makropori tanah. Pergerakan cacing tanah dalam melakukan aktivitasnya akan menambah pori makro di dalam tanah. Pergerakan cacing tanah jenis anesik akan membentuk pori makro secara vertikal, sedangkan pergerakan cacing tanah jenis endogeik akan membentuk pori makro secara horisontal (Senge, 2015).

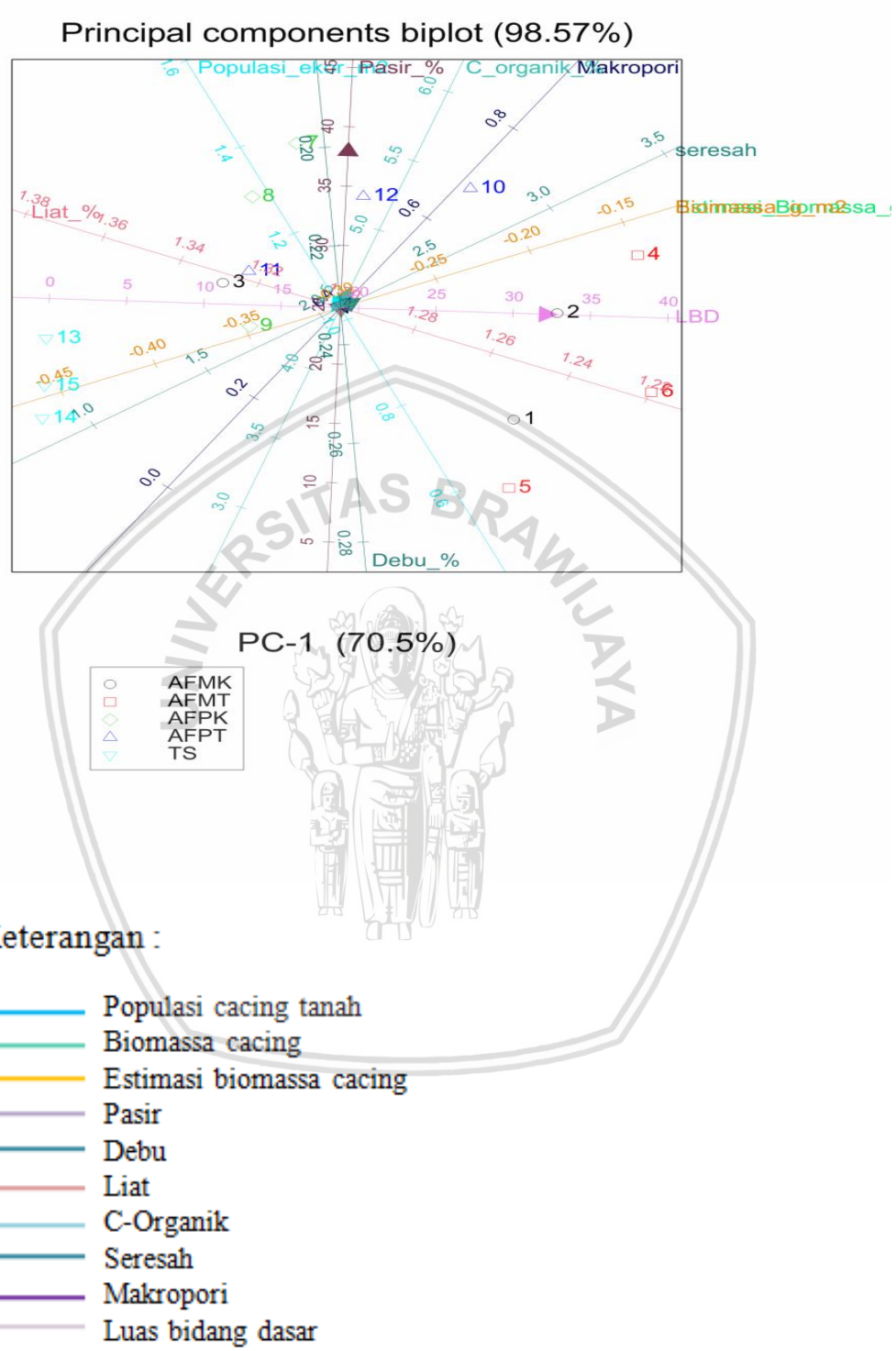




TS

Gambar 23. Persentase porositas total tanah pada berbagai penggunaan lahan
(Sumber : Lorensa, 2018)





Gambar 24. Hasil analisa Biplot

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Jenis cacing tanah yang di temukan di KDHTK UB terdiri dari 5 spesies yang termasuk dalam 2 famili yakni *Metaphire sp*, *Amynthas sp*, *Pheretima sp*, *Pheretima sp* (2) dan *Pontoscolex corethrurus*.
2. Populasi dan biomassa cacing tanah pada semua SPL sama, rata-rata 34 individu/m² dan 19,8 g/m².
 - a. Nisbah biomasa/populasi (B/P)cacing tanah terbesar terdapat diAFMK (0,59 g/individu), sedangkan B/P cacing tanah terkecil terdapat diAFPK (0,22 g/individu).
 - b. Biomasa cacing terbesar ditemukan pada kedalaman 0-10 dan 10-20 cm (rata-rata 0,57 g/ekor).
3. Kerapatan tutupan lahan pada lokasi penelitian berpengaruh terhadap biomassa cacing tanah. Di sisi lain terdapat faktor lain yang mempengaruhi lingkungan hidup cacing tanah pada lokasi penelitian seperti, masukan seresah, C-Organik, dan jumlah partikel debu.
4. Peningkatan jumlah makropori total pada lokasi penelitian lebih di pengaruhi oleh biomassa cacing tanah.

5.2. Saran

Perlu dilakukan pengamatan terhadap kondisi iklim mikro pada berbagai penggunaan lahan di UB *Forest*. Informasi kondisi iklim mikro akan sangat di butuhkan untuk mengetahui hubungan antara kondisi iklim mikro dengan kerapatan dan keanekaragaman cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Albetawi, Y. N. 2013. Housing and Quality of Life: Implication of Three Qualities Housing in Amman, Jordan. Dissertation in Cardiff.
- Aspe, N. M., & James, S. W. 2016. New species of *Pheretima*, *Amyntas*, *Polypheretima*, and *Pithemera* (Clitellata : Megascolecidae) From Mindanao and Associated Island, Philippines. *Zoological Studies* , 55 : 8.
- Bartz, M. L., Brown, G. G., Da Rosa, M. G., Filbo, O. H., Decaens, T., & Baretta, D. 2014. Earthworm Richness In Landuse System In Santa Catarina, Bracil. *Applied Soil Ecology* , 83 : 59-70.
- Barrios, E., W Silehi Gudeta., Shepherd K., & Sinclair, F. *Agroforestry and Soil Health: Linking Trees, Soil Biota, and Ecosystem Services*. 2012. Oxford University Press. *Soil Ecology and Ecosystem Service* .
- Bernier, N., & Bernier, N. 2010. Humus Form Dynamics During The Sylvogenetic Cycle In A Mountain Spruce Forest To Cite This version.
- Biotech, J. B., & Kooch, Y. 2014. Earthworms – Good Indicators For Forest Disturbance, 3(2) : 155–162.
- Bullock, C., Kretsch, C., & Candon, E. 2008. The Economic and Sosial Aspect Of Biodeiversity In Ireland. The Stasionary Office, Government of Ireland.
- Breure, A. M. 200). *Soil Biodiversity: Measurement, Indicator, Threats and Soil Functions*. International Conference Soil and Compost Eco-Biology.
- Buckaman, H. O., & Brady, N. C. 1982. *Ilmu Tanah* (diterjemahkan oleh Soegiman. Yogyakarta: UGM Press.
- Chauhan, R. P. 2014. Role of Earthworms in Soil Fertility and Factors Affecting Their Population Dynamics : A Review, (6), 642–649.
- Curry, J. 2004. Factors Affecting the Abundance of Earthworm in Soils, 9 : 91-113.
- Darmawan, A. 2014. Keanekaragaman Cacing Tanah (Kelas : Oligochaeta) di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPS) Batu Layang, Pontianak Utara.
- Dewi, W. S., Yauwiyadi, B., Suprayogo, D., & Hairiah, K. 2006. Alih Guna Hutan Menjadi Lahan Pertanian : (1) Dapatkah Sistem Agroforestri Kopi Mempertahankan Diversitas Cacing Tanah di Sumberjaya? *Agrivita* , 28:3.

- Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworm*. London : Chapman and Hall
- Edwards, C. H., & Lofty, J. R. 1977. *Biology of Earthworm*. London : Chapman and Hall.
- Gates, G. E. 1959. On some earthworms from Perlis and Kedah. *Bulletin of Raffles Museum*, 19: 5-37.
- Ghilarov, M. S. 1979. Soil Fauna of Brown Soil In The Caucasus beech and Fir Mixed Forest and Some Other Communities. *Pedobiologia* , 19 : 408-424.
- Goswami, R. (2015). Determination of Ecological Diversity Indices To Assess The Interrelationship between Earthworm Diversity and Different Habitats Of Indian Botanic Garden , Howrah , India, 7(1) : 128–136.
- Gugino, B. K., Idowu, O. J., Schindelbeck, R. R., Es, H. M. Van, Wolfe, D. W., Thies, J. E , S.2009. *Cornell Soil Health Assessment Training Manual*.
- Hanafiah AS, Sabrina, Tand Guchi, H.2005. *Biologi dan Ekologi Tanah*. FP - USU, Medan.
- Hairiah, K., Mustofa, A. S., & Sambas, S. 2003. *Pengantar Agroforestri*. Bogor. World Agroforestri Centre (ICRAF) .
- Hairiah, K., Suprayogo, D., Widodo, P. H., Purnomosidhi, P., Rahayu, S., & Noordwijk, M. V. 2004. *Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Derah Aliran Sungai (DAS) Sehat*. Boogor. World Agroforestry Center (ICRAF).
- Hairiah, K., Suprayogo, D., Lestari, N. D., Santosa, A., Verbist, B., & Noordwijk, M. Van. 2006. *Root Effects On Slope Stability In Sumberjaya , Lampung (Indonesia)*.
- Heady, O. E., & Dillon, J. H. 2002. *Agricultural Production*. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Helliwell, J. R., Sturrock, C. J., Grayling, K. M., Tracy, S. R., Flavel, R. J., Young, I. M., et al. 2013. Applications of X-ray Computed Tomography For Examining Biophysical Interactions and Structural Development In Soil Systems: A Review. *Eur J Soil Sci* , 64 : 279-297.
- Hillel, D. 1980. *Fundamental of Soil Physics*. London: Academic Press Inc.
- Hosang. 2012. *Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Beras Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2013-2030*. Badan Ketahanan Pangan Provinsi Sulawesi Utara Fakultas Pertanian UNSRAT Manado.

- James, S. W. 2004. An illustrated Key To The Earthworm Of The Samoan Archipelago (Oligocheta: Glossoscolecidae, Megascolecidaem Moniligastridae). Micronesica, 37 : 1-13.
- Kalu, S., Koirala, M., &Khadaka, U. R. 2015. Earthworm Population In Relation To Different Land Use and Soil Characteristics7: 124–131.
- Kennedy, A. C., & Smith, K. L. 1995. Microbial Diversity and The Sustainability of Agriculture. Plant and Soil, 170 : 75-86.
- Laishram, J., Saxena, K. G., Maikhuri, R. K., & Rao, K. S. 2012. Soil Quality and Soil Health : A Review. International Journal of Ecology and Environmental Sciences, 38 (1) : 19 -37.
- Lalthanzara, H., Ramanujam, S. N., & Jha, L. K. 2011. Population Dynamic of Earthworm In Relation To Soil Physico-Chemical Parameters In Agroforestry Sistem In Mizoram, India. Journal Environ, 32 : 599-605.
- Larsbo, M., & Jarvis, N. 2003. MACRO 5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. 48 PP.
- Lee, K. E. 1985. Earthworm, Their Ecology and Relationship with Soil and Landuse. London:Academic Press
- Lorensa, Y. 2018. Studi Stabilitas Agregat dan Makroporositas Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan di UB Forest. Skripsi.Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Lowe, C. N., &Butt, K. R. 2002. Influence Of Organic Matter On Earthworm Production and Behaviour: A Laboratory-Based Approach with Applications For Soil Restoration. European Journal of Soil Biology , 38 : 173-176.
- Lutz, A., Larson, A., Freund, JA., Swanson ME & Bible KJ. 2013. The Importance of Large-Diameter Trees to Forest Structural Heterogeneity. Plos One 8 (12) : e82784.
- Magdoff, F. 1996. Soil Organic Matter Fractions and Implications For Interpreting Organic Matter Test.
- Murwani, S., Dewi, W. S., & Hairiah, K. 2006. Effects Of Landuse Change on Earthworm Diversity and Biomass in Sumberjaya, West Lampung, 12(1) : 14–20.

- Neushauser, E. F., Hargtstein, R., & Connors, W. J. 1978. Soil Invertebrata and The Degradation Of Vanilin, Cinnamic Acid, and Lignins. *Soil.Biol.Biochem*, 10 : 431-435.
- Nordstrom, S., & Rundgren, S. 1974. Environmental Factors and Lumbricid Association in Southern Sweden. *Pedobiologia*, 1-27.
- Noordwijk, M. Van, Bayala, J., Lusiana, B., & Muthuri, C. 2014. Agroforestry Solutions For Buffering Climate Variability and Adapting To Change.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta : Gadjahmada Press.
- Omoti, U., & Wild, A. 1979. Use Of Fluorescent Dyes To Mark The Pathways Of Solute Movement Through Soils Under Leaching Conditions, 2 Field experiments. *Soil Sci* , 128 (2) : 98-104.
- Paoletti, M. G. 1999. The Role Of Earthworm For Assessment Of Sustainability and As Bioindicators. *Agriculture, Ecosystem and Environment* , 74:137-155.
- Qomariyah, N. 2015. Peran Pohon dalam Mempertahankan Kerapatan Cacing Tanah pada Sistem Agroforestri - Studi Kasus Tanaman Asal Kebun Bibit Rakyat (KBR) di Daerah yang Terkena Dampak Erupsi Gunung Kelud. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Rivero, H. R. 1991. Influence Of pH On The Production of *Eisenia Fetida*, 31 : 215-217.
- Rukmana, H. R. 1999. *Budidaya Cacing Tanah*. Yogyakarta: Kanikus.
- Senge, M. 2015. Earthworm Diversity and Ecosystem Service Under Threat, 25-25.
- Sims, R. W., & Easton, E. G. 1972. With The Recognition Of New Genera and An Appendix On The Earthworms Collected By The Royal Society North Borneo Expedition, 169–268.
- Singh, S., Singh, J., & Pal, A. 2016. The Egyptian German Society for Zoology Effect Of Abiotic Factors On The Distribution Of Earthworms In Different Land Use Patterns. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 74 : 41–50.
- Smetak, K. M., Johnson-maynard, J. L., & Lloyd, J. E. 2007. Earthworm Population Density and Diversity In Different- Aged Urban Systems, 37 : 161–168.
- Suin, N. M. 2003. *Ekologi Hewan Tanah*. Bandung : Bumi Aksara.
- Suin, N.M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Bandung. Bumi Aksara.

- Sudarto. 2016. Peta Sebaran Macam Lahan Agroforestri dan Hutan Lindung dalam KHDTK-UB. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sudarto. 2016. Peta Sebaran Lahan Agroforestri Berbagai Umur Pohon dan Hutan Lindung dalam KHDTK-UB. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suprayogo D, Van Noordwijk M, Hairiah K and Cadisch G, 2002. The inherent 'safety-net' of ultisols: Measuring and modeling retarded leaching of mineral nitrogen. *Eur.J.Soil Sci*, 53 : 185-194.
- Teng, S. U. K. K., Anang, N., Mustafa, M., Ismail, A., & Yan, Y. I. W. E. I. 2013. Earthworm diversity and population density in the Kaki Bukit agroecosystem , Perlis , Peninsular Malaysia, 54(3) : 291–299.
- Ulrich, W., Czarnecki, A., & Paprzycka, I. 2005. Earthworm Activity In Semi-Natural and Farmland Soils. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 8.
- Wallwork, J.A. 1970. *Ecology of Soil Animal*. London Mc : Graw Hill Book Company. pp. 58-74.
- Werner, U., Adam, C., & Lwona, P. 2005. Earthworm Activity In Seminatural and Farmland Soils. *Po.Agri.Univ*, 8: 3-12.
- Widianto, Suprayogo, D., & Lestari, I. D. 2007. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi Hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kpi Monokultur? *Penanganan Bencana Sumber Daya Pertanian*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Widyati, E. 2013. Pentingnya keragaman fungsional organisme tanah terhadap produktivitas lahan. *Tekno Hutan Tanaman* , 6 (1): 29-37.
- Wright, S. F., & Upadhyaya, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin , a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi, 97–107.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur analisis tanah

a. Tekstur tanah

Penentuan tekstur tanah di laboratorium menggunakan metode pipet. Hasil pemipetan dioven dan ditimbang. Hasil pemipetan dimasukkan dalam persamaan:

$$\text{Massa debu} = \text{hasil pipet 1} - \text{hasil pipet 2} \times \frac{1000}{\text{Volume pipet}}$$

$$\text{Massa liat} = \text{hasil pipet 2} - \text{ml Blanko} \times \frac{1000}{\text{Volume pipet}}$$

$$\% \text{ pasir} = \frac{\text{massa pasir}}{\Sigma \text{massa tekstur}} \times 100\%$$

$$\% \text{ debu} = \frac{\text{massa debu}}{\Sigma \text{massa tekstur}} \times 100\%$$

$$\% \text{ liat} = 100 - (\% \text{debu} + \% \text{pasir})$$

b. Berat isi

Metode ring volumetrik digunakan untuk pengukuran BI tanah. Teknik pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan blok besi pada tanah yang bebas pemadatan hingga kedalaman tertentu. Contoh tanah diambil dalam keadaan lapang, selanjutnya di keringovenkan selama 24 jam pada suhu 105°C dan contoh tanah kering ditimbang.

c. Berat jenis

Berat jenis dianalisis dengan metode picknometer atau submersion. Metode ini dapat dilakukan dengan gelas berukuran 100 ml. Prosedur pengukuran dilakukan pada contoh tanah kering oven yang telah lolos ayakan 2 mm sebanyak 20 g (M_s), gelas ukur di isi dengan air suling/ aquades 30 ml (V_1). Setelah beberapa saat diperoleh volume suspensi air dan tanah. Hasil pengukuran volume suspensi dimasukkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} = \frac{M_s}{V_2 - V_1}$$

Keterangan:

ρ_s : berat jenis tanah

M_s : masapadatan tanah kering oven

V_s : volume tanah

V_1 : volume air

V_2 : volume suspensi

d. Porositas

Data ρ_s dapat digunakan untuk menghitung porositas tanah, dengan persamaan :

$$f = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \times 100\%$$

Keterangan:

f : porositas tanah : volume total pori/ volume total contoh tanah

ρ_s : berat jenis tanah

ρ_b : berat volume tanah

e. pH (H_2O)

pH tanah diukur dengan metode glass electrode. Contoh tanah yang telah di kering anginkan dan telah lolos ayakan 2 mm di campur dengan aquades kemudian di homogenkan hingga membentuk suspensi. Suspensi tanah kemudian akan di ukur dengan elektroda pada pH meter.

f. pH (KCl)

pH tanah diukur dengan metode glass electrode. Contoh tanah yang telah di kering anginkan dan telah lolos ayakan 2 mm di campur dengan KCL kemudian di homogenkan hingga membentuk suspensi. Suspensi tanah kemudian akan di ukur dengan elektroda pada pH meter.

g. C-Organik tanah

Penetapan C-org (%) dilakukan dengan metode *Walkley-Black* dengan menimbang 0,5 g tanah yang telah lolos ayakan 0,5 mm kemudian dimasukkan ke labu erlenmeyer 500 ml. Setelah itu ditambahkan 10 ml $K_2Cr_2O_7$ dan 20 ml H_2SO_4 pekat ke dalam labu erlenmeyer dan kemudian didiamkan selama 30 menit. Campuran tersebut kemudian diencerkan dengan air bebas ion sebanyak 200 ml dan ditambahkan 10 ml H_3PO_4 85%, kemudian ditambahkan dengan indikator difenilamina sebanyak 30 tetes. Setelah itu larutan dititrasi dengan $Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$ 1N melalui buret dan dihentikan apabila terjadi perubahan dari warna gelap menjadi hijau terang. Perhitungan C-org (%) yaitu :

$$C. org(\%) = \frac{ml \text{ blanko} - ml \text{ sampel}}{ml \text{ blanko} \times brt \text{ sampel}} \times 3 \times Fka$$

h. N-Total

N-Total dianalisis dengan menggunakan metode Kjeldhal. Tanah yang telah dikering anginkan kemudian ditimbang 0,5 g yang telah lolos ayakan 0,5 mm, tanah kemudian dimasukan ke dalam labu kjeldahl, kemudian di tambahkan 1 g campuran selen dan 5 ml H_2SO_4 . Kemudian didestruksi pada temperatur $300^\circ C$. Kemudian setelah didinginkan diencerkan dengan H_2O sebanyak 60 ml.

Setelah itu ditambahkan 20 ml NaOH 40% yang nantinya akan didestilasi. Hasil dari distilat kemudian ditampung dengan asam borat sebanyak 20 ml. Destilasi dilakukan hingga volume mencapai 60 ml dan berwarna hijau. Setelah itu hasil distilat kemudian dititrasi dengan H_2SO_4 sampai dengan adanya perubahan dari warna hijau hingga menjadi merah anggur. Hasil dari titrasi kemudian dihitung dengan rumus :

$$N. total (\%) = \frac{ml.sampel - ml.blanko}{Berat sampel} \times 0,014 \times N. H_2SO_4 \times 100 \times ka$$

Lampiran 2. Geoposisi Plot Pengamatan

SPL	X	Y
TS 1	0673938	9134460
TS 2	0673931	9134511
TS 3	0673944	9134483
AFPS 1	0673706	9135134
AFPS 2	0673482	9134854
AFPS 3	0674112	9133728
AFPK 1	0673479	9135057
AFPK 2	0674154	9133574
AFPK 3	0674386	9133170
AFMK 1	0676348	9133348
AFMK 2	0676457	9133296
AFMK 3	0676889	9133226
AFMS 1	0676372	9133449
AFMS 2	0676498	9133191
AFMS 3	0676348	9133348

Lampiran 3. Hasil analisis kerapatan populasi cacing tanah

Lampiran 3 a. Hasil analisis data populasi total cacing tanah

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	11.65	0.29	0.83	0.53	0.27	tn
kedalaman	2	0.14	0.07	0.20	0.82	0.21	tn
SPL.Kedalaman	7	20.46	0.29	0.84	0.57	0.48	tn
Ulangan	2	10.60	0.53	1.52			
Residual	16	55.99	0.35				
Total	31	84.79					

Lampiran 3 b. Hasil analisis data biomassa total cacing tanah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	22.32	0.55	1.02	0.42	0.34	tn
kedalaman	2	16.78	0.83	1.53	0.24	0.27	tn
SPL.Kedalaman	7	50.27	0.71	1.31	0.30	0.60	tn
Ulangan	2	48.16	24	4.39			
Residual	16	87.80	0.54				
Total	31	172.75					

Lampiran 3 c. Hasil analisis data nisbah B:P total cacing tanah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	32.68	0.81	4.77	0.01	0.19	*
kedalaman	2	15.61	0.78	4.56	0.02	0.15	*
SPL.Kedalaman	7	25.67	0.36	2.14	0.09	0.33	tn
Ulangan	2	16.95	0.84	4.95			
Residual	16	27.39	0.17				
Total	31	77.97					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Uji berpasangan ganda (Duncan) data Estimasi biomassa cacing tiap SPL

SPL	Rerata	Notasi
AFMK	0,5907	c
AFMT	0,5533	ab
AFPK	0,2245	ab
AFPS	0,4334	bc
TS	0,4331	ab

Uji berpasangan ganda (Duncan) data Estimasi biomassa cacing tiap Kedalaman

Kedalaman	Rerata	Notasi
0-10	0,5546	b
10-20	0,5897	b
20-30	0,1967	a

Lampiran 4. Hasil analisis keragaman indeks keanekaragaman cacing tanah

Lampiran 4 a. Hasil analisis keragaman Indeks Keanekaragaman (Shannon)

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,03	0,008	0,71	0,60	0,08	tn
Ulangan	2	0,03	0,015	1,29			
Residual	8	0,09	0,012				
Total	14	0,16					

Lampiran 4 b. Hasil analisis keragaman Indeks Kekayaan Jenis (Margalef)

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,05	0,01	0,75	0,58	0,11	tn
Ulangan	2	0,04	0,02	1,07			
Residual	8	0,15	0,01				
Total	14	0,25					

Lampiran 4 c. Hasil analisis keragaman Indeks Kemerataan Jenis (Evannes)

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,002	0,0006	0,88	0,51	0,02	tn
Ulangan	2	0,01	0,0088	11,57			
Residual	8	0,006	0,0007				
Total	14	0,026					

Lampiran 5. Hasil analisis keragaman sifat fisik tanah

Lampiran 5 a. Hasil keragaman Berat isi tanah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	0,31	0,07	7,72	<.001	0,04	**
Kedalaman	2	0,001	0,0005	0,05	0,94	0,03	tn
SPL.Kedalaman	8	0,04	0,005	0,52	0,83	0,08	tn
Ulangan	2	0,08	0,04				
Residual	28	0,28	0,01				
Total	44	0,73					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Uji perbandingan berganda (Duncan) Berat isi tanah

SPL	rata-rata	notasi
AFMK	0,7465	a
AFMS	0,7257	a
AFPK	0,6405	a
AFPS	0,6712	a
TS	0,8836	b

Lampiran 5 b. Hasil keragaman Berat jenis tanah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	0,54	0,13	5,27	0,003	0,07	**
Kedalaman	2	0,14	0,07	2,76	0,08	0,05	tn
SPL.Kedalaman	8	0,23	0,02	1,13	0,37	0,13	tn
Ulangan	2	0,08	0,04				
Residual	28	0,28	0,01				
Total	44	0,73					

Uji perbandingan berganda (Duncan) Berat jenis tanah

SPL	rata-rata	notasi
AFMK	2,083	ab
AFMS	2,192	bc
AFPK	2,083	ab
AFPS	1,973	a
TS	2,297	c

Lampiran 5 c. Hasil keragaman Porositas tanah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	0,03	0,007	3,14	0,03	0,02	*
Kedalaman	2	0,005	0,002	1,03	0,371	0,01	tn
SPL.Kedalaman	8	0,02	0,003	1,32	0,274	0,04	tn
Ulangan	2	0,01	0,006				
Residual	28	0,06	0,002				
Total	44	0,14					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Uji perbandingan berganda (Duncan) Porositas tanah

SPL	rata-rata	notasi
AFMK	0,6369	ab
AFMS	0,667	bc
AFPK	0,6908	c
AFPS	0,6606	abc
TS	0,6144	a

Lampiran 6. Hasil analisis keragaman sifat kimia tanah

a. Hasil analisis keragaman data pH H₂O

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	1,85	0,46	4,41	0,007	0,15	**
Kedalaman	2	0,05	0,02	0,28	0,75	0,11	tn
SPL.Kedalaman	8	1,34	0,16	1,6	0,17	0,26	tn
Ulangan	2	1,00	0,5	4,76			
Residual	28	2,95	0,1				
Total	44	7,2					

Uji berpasangan ganda (Duncan) data pH H₂O

SPL	Rerata	notasi
AFMK	5,433	c
AFMS	5,376	bc
AFPK	4,876	a
AFPS	5,079	ab
TS	5,233	bc

b. Hasil analisis keragaman data pH Kcl

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	5,59	1,39	24,09	<.001	0,11	**
kedalaman	2	0,05	0,02	0,51	0,60	0,08	tn
SPL.Kedalaman	8	0,19	0,02	0,42	0,90	0,19	tn
Ulangan	2	0,18	0,09	1,63			
Residual	28	1,62	0,05				
Total	44	7,66					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Uji Lanjut Berganda (Duncan) data pH KCl

SPL	rata-rata	notasi
AFMK	5,43	b
AFMS	6,00	c
AFPK	5,42	b
AFPS	5,49	b
TS	4,89	a

c. Hasil analisis keragaman data N-Total

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	0,55	0,13956	7,85	<.001	0,0628	**
kedalaman	2	0,05	0,0269	1,51	0,238	0,0487	tn
SPL.Kedalaman	8	0,12	0,01569	0,88	0,543	0,1089	tn
Ulangan	2	0,05	0,02848	1,6			
Residual	28	0,49	0,01777				
Total	44	1,29212					

Uji Lanjut Berganda (Duncan) data N-Total

SPL	Rerata	Notasi
AFMK	0,26	a
AFMS	0,27	a
AFPK	0,43	b
AFPS	0,45	b
TS	0,24	a

d. Hasil analisis keragaman data C-Organik

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	Ket
SPL	4	52,54	13,13	56,33	<.001	0,22	**
kedalaman	2	1,89	0,94	4,07	0,02	0,17	*
SPL.Kedalaman	8	2,48	0,31	1,33	0,26	0,39	tn
Ulangan	2	2,27	1,13	4,87			
Residual	28	6,52	0,23				
Total	44	65,73					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Uji lanjut Berganda (Duncan) data C-Organik

SPL	Rerata	Notasi
AFMK	3,98	b
AFMT	4,66	c
AFPK	5,96	d
AFPS	4,9	c
S	2,69	a

Lampiran 7. Hasil analisis keragaman variabel vegetasi

Lampiran 7a.hasil analisis keragaman tebal seresah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,84	0,21	1,47	0,29	0,31	tn
Ulangan	2	0,37	0,18	1,32			
Residual	8	1,15	0,14				
Total	14	2,37					

Lampiran 7b.hasil analisis keragaman biomassa kering seresah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,73	0,18	1,83	0,216	0,25	tn
Ulangan	2	0,11	0,05	0,57			
Residual	8	0,79	0,09				
Total	14	1,64					

Lampiran 7c.hasil analisis keragaman estimasi biomassa kering seresah

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,84	0,21	1,47	0,29	0,31	tn
Ulangan	2	0,37	0,18	1,32			
Residual	8	1,15	0,14				
Total	14	2,37					

Lampiran 7 d. hasil analisis keragaman *understorey*

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	0,60	0,15	0,69	0,617	0,38	tn
Ulangan	2	0,21	0,10	0,5			
Residual	8	1,74	0,21				
Total	14	2,57					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Lampiran 7 e. hasil analisis keragaman persentase tutupan kanopi

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	9689,7	2422,4	22,93	<.001	8,39	**
Ulangan	2	110,9	55,5	0,53			
Residual	8	845,1	105,6				
Total	14	10645,7					

Uji berpasangan ganda (Duncan) data tutupan kanopi

SPL	Rerata	notasi
AFMK	46,67	b
AFMS	31,33	b
AFPK	71	c
AFPS	10,33	a
TS	0	a

Lampiran 7 f. hasil analisis keragaman LBD

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	2115.64	528.91	12.09	0.002	5.40	**
Ulangan	2	82.61	41.30	0.94			
Residual	8	350.11	43.76				
Total	14	2548.35					

Uji berpasangan berganda (Duncan) data LBD

SPL	Rerata	Notasi
AFMK	24.75	bc
AFMS	35.80	c
AFPK	13.68	b
AFPS	19.91	b
TS	0.00	a

Lampiran 7 g. hasil analisis keragaman DBH

a. DBH >30 cm

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	3	0.30	0.10	42.23	<.001	0.03	**
Ulangan	2	0.00043	0.0002	0.09			
Residual	6	0.014	0.002				
Total	11	0.31					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

b. DBH 20-30 cm

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	4	218.35	54.59	2.70	0.108	3.67	tn
Ulangan	2	24.81	12.40	0.61			
Residual	8	161.87	20.23				
Total	14	405.02					

c. DBH 5-20 cm

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	Fpr (p)	s.e.d	ket
SPL	2	10.45	0.52	3.33	0.23	0.32	tn
Ulangan	2	0.33	0.16	1.07			
Residual	2	0.31	0.15				
Total	6	11.09					

Keterangan : * : Berpengaruh nyata, ** : Berpengaruh sangat nyata, tn : tidak nyata

Lampiran 8. Morfologi tubuh cacing tanah (karakteristik eksternal)

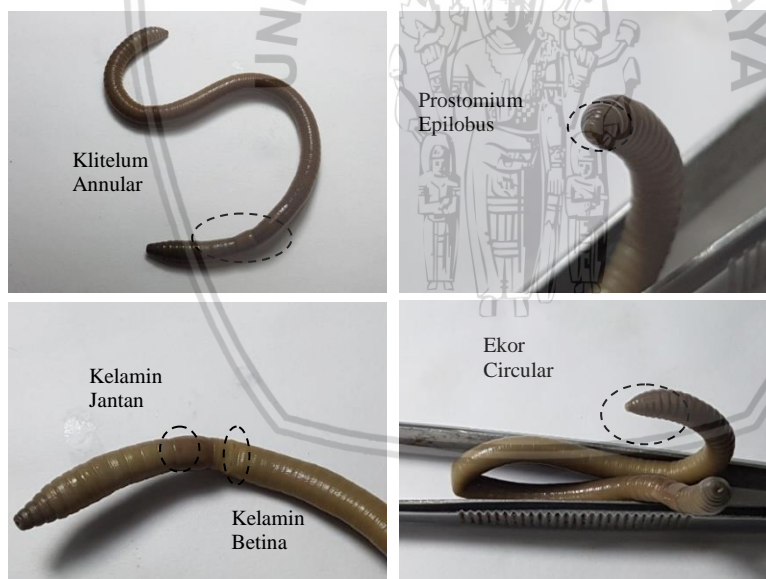
Cacing tanah *Amyntas sp.*



Cacing tanah *Pheretima sp.*(2)



Cacing tanah *Pheretima sp*



Cacing tanah *Metaphire sp.*



Cacing tanah *Pontoscolex corethrurus*

